Foreign Books.
ARL SCHOENHOF
144 Tremont st.
BOSTON.

GLENDOWER EVANS

BORN MARCH 23 1856

DIED MARCH 28 1886

Let knowledge grow from more to more,
But more of reverence in us dwell;
That mind and soul, according well,
May make one music as before,
But vaster.

eAve 522

ARBEITEN

AUS DEM

ZOOLOGISCHEN INSTITUTE

DER

UNIVERSITÄT WIEN

UND DER

ZOOLOGISCHEN STATION IN TRIEST.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. C. CLAUS,

O. Ö. PROFESSOR DER UNIVERSITÄT UND VORSTAND DES ZOOLOGISCH-VERGL.-ANATOMISCHEN INSTITUTS IN WIEN, DIRECTOR DER ZOOLOGISCHEN STATION IN TRIEST.

TOM. V.

Mit 31 Tafeln und 4 Holzschnitten.

WIEN, 1884.

ALFRED HÖLDER,

K. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER,

Rothenthurmstrasse 15.

Alle Rechte vorbehalten.

1330

V. Band.

Inhalt.

Seite

Claus, Dr. C., Die Kreislaufsorgane und Blutbewegung der Stomatopoden. Mit 3 Tafeln 1

— — Ueber das Verhältniss von Monophyes zu den Diphyiden, sowie über den phylogenetischen Entwicklungsgang der Siphonophoren 15

Haller, Dr. Béla, Die Organisation der Chitonen der Adria. II. (Fortsetzung.) Mit 3 Tafeln 29

Hatschek, Dr. B., Ueber Entwicklung von Sipunculus nudus. Mit 6 Tafeln und 1 Holzschnitt 61

Metschnikoff, Dr. Elias, Untersuchungen über die intracelluläre Verdauung bei wirbellosen Thieren. Mit 2 Tafeln 141

Claus, Dr. C., Die Ephyren von Cotylorhiza und Rhizostoma und ihre Entwicklung zu achtarmigen Medusen. Mit 2 Tafeln 169

Grobben, Dr. Carl, Morphologische Studien über den Harn- und Geschlechtsapparat, sowie die Leibeshöhle der Cephalopoden. Mit 3 Tafeln und 3 Holzschnitten 179

Haller, Dr. Béla, Beiträge zur Kenntniss der Nerven im Peritoneum von Doris tuberculata, Lam. Mit 1 Tafel 253

Claus, Dr. C., Zur Kenntniss der Kreislaufsorgane der Schizopoden und Decapoden. Mit 9 Tafeln 271

— — Ueber Apseudes Latreillii Edw. und die Tanaiden. Mit 2 Tafeln 319

Graeffe, Dr. Ed., Uebersicht der Seethierfauna des Golfes von Triest. Nebst Notizen über Vorkommen, Lebensweise, Erscheinungs- und Fortpflanzungszeit der einzelnen Arten. III. Coelenteraten 333

Die Kreislaufsorgane und Blutbewegung der Stomatopoden.

Von

C. Claus.

(Mit 3 Tafeln.)

Unsere Kenntniss von dem Herzen und Gefässsystem der Stomatopoden ist eine verhältnissmässig noch recht unvollständige geblieben, wohl wegen der Schwierigkeiten, welche der Untersuchung dieser Organe bei den stark gepanzerten Squilliden im Wege stehen. Was wir über die Kreislaufsorgane dieser Thiere wissen, verdanken wir den älteren Arbeiten von Audouin, M. Edwards[1]) und Duvernoy.[2]) Das wenige Bemerkenswerthe, was seitdem über das Squillidenherz veröffentlicht wurde, beschränkt sich lediglich auf die Gestaltung desselben in der jüngsten Larve, der Erichthoidinaform.[3])

Um diesen Gegenstand einen Schritt weiter zu bringen, schien es mir zweckmässig, ältere, bereits mit allen Gliedmassen versehene als Alima und Erichthus bekannte Larvenzustände zu Hilfe zu nehmen, welche bei ihrer vorgeschrittenen Organisation in der Bildung des Gefässsystemes kaum beträchtlich von der

[1]) Audouin et M. Edwards, Recherches anatomiques sur la circulation dans les Crustacés. Annales des scienc. nat. Taf. XI. 1827. M. Edwards, Histoire naturelle des Crustacés, Taf. I. 1834, p. 101. Derselbe. L'Institut, 1841, p. 48.

[2]) Duvernoy, Mémoire sur quelques points d'organisation concernant les appareils d'alimentation et de circulation etc. des Squilles. Annales des sciences natur. 2. Sér. Taf. VIII. 1837.

[3]) Fr. Müller, Zweites Bruchstück zur Entwicklungsgeschichte der Maulfüsser. Archiv für Naturg. 29. Jahrg. 1863. C. Claus, Untersuchungen zur Erforschung der genealogischen Grundlage des Crustaceen-Systems. Wien, 1876.

Squilla abweichen können und in Folge ihrer Pellucidität unter dem Mikroskop die eingehendste Verfolgung des Gefässsystemes und Kreislaufs gestatten. Ich stellte solche Beobachtungen [1]) an Triester Alimalarven verschiedener Grösse und Alters an und glaube allmälig zu einer vollständigeren Kenntniss des Gefässsystems und der Blutbewegung dieser Thiere gelangt zu sein. Daneben gelang es mir auch, über andere Organe einige neue Beobachtungen zu machen, die ich in die Darstellung des Gefässapparates einflechten werde.

Das Herz von Erichthus und Alima — und ich glaube zeigen zu können, dass dasselbe in der Squilla-Form keine wesentlichen Veränderungen erfahren hat — beginnt unmittelbar hinter dem Magen in der Maxillarregion und erstreckt sich als vielkammeriges Rückengefäss durch die ganze Länge von Thorax und Abdomen, um am Ende des 5. Abdominal-Segments unter Abgabe einer hinteren in die Schwanzplatte eintretenden Aorta abzuschliessen (Fig. 1). Der vordere Abschnitt des Herzens reicht etwa bis zur hinteren Grenze des 1. Maxillarfusssegments und erscheint nicht nur seitlich, sondern auch dorsalwärts stark verbreitert (Fig. 1 und 5 H). Seiner Form nach und auch hinsichtlich der Gefässe, welche von ihm ausgehen, macht dieser vierseitig breitgezogene Herzabschnitt im Verein mit einem kurzen, im Kieferfuss-Segment liegenden Abschnitt des Rückengefässes, aus welchem ein mächtiges Arterienpaar entspringt, den Eindruck des Zoëa-Herzens, so dass ich, zumal auf weitere morphologische Gründe gestützt, keinen Anstand nehme, denselben dem Decapodenherzen gleich zu setzen. Am Vorderrande dieses Abschnittes, den ich daher im Gegensatz zu dem nachfolgenden vielkammerigen Rückengefäss schlechthin als Herz unterscheiden möchte, entspringen die langgestreckte Aorta (Aoc) und zu deren Seite zwei schwächere Arterien (Ar. l.), deren Aeste vorwiegend die Schale mit Blut versorgen. Die von quergezogenen Muskelnetzen bekleidete Rückenwand des Herzens wird nahe dem Hinterrand von zwei sehr grossen Ostien durchbrochen, welche wohl dem vorderen im ersten Kieferfusssegmente gelegenen Spaltenpaare [2]) des Erichthoidinaherzens entsprechen dürften. Hinter den grossen Herz-Ostien entspringt ein mächtiges Gefässpaar Ar.', welches man auch bei Squilla an dem vordern noch auf das

[1]) Vergl. die Mittheilung im Zoologischen Anzeiger 1880, Nr. 71, Claus, Ueber Herz und Gefässsystem der Stomatopoden.

[2]) Vgl. C. Claus l. c, Taf. IV, Fig. 8.

Herz zu beziehenden Abschnitt des Rückengefässes, als dem Rückengefässe zugehörig, beschrieben hat. Im Sinne des Decapodenherzens würde dasselbe dem hintern Arterienpaar, das ganze vielkammerige Rückengefäss der hintern Aorta entsprechen, wenn nicht den Aesten desselben ein anderer Verbreitungsbezirk zugewiesen wäre. Dieses langgestreckte vielkammerige Rückengefäss zeigt an seiner Dorsalseite 12 Ostienpaare und entsendet 13 Gefässpaare, von denen die beiden vorderen (Ar.'' und Ar.''') in kürzerem Abstande aufeinander folgen und einer bereits modificirten Region des vielkammerigen Rückengefässes zugehören. Dieselbe, schon von Duvernoy — der auch das hinter dem Herzen entspringende Gefässpaar (Ar.') auf dieselbe bezieht — als „Portion prismatique" des Squilla-Herzens unterschieden, besitzt nur ein Spaltenpaar und dürfte wahrscheinlich ein oder zwei ursprünglich vorhandene Ostienpaare verloren haben. Da auch hinsichtlich der Zahl und Lage der übrigen Arterienpaare, welche vom Rückengefäss ausgehen, die auf Squilla bezüglichen Angaben von Duvernoy mit meinen an Alima gemachten Beobachtungen übereinstimmen, so glaube ich folgern zu können, dass mit dem Uebergang der Alima in die Form des Geschlechtsthieres Herz und Rückengefäss nebst ihren austretenden Gefässstämmen keine wesentlichen Veränderungen mehr erfahren, während allerdings der peripherische Theil des Gefässsystems durch weitere Verzweigung und Schlingenbildung grössere Complicationen gewinnt.

Auffallenderweise hat Duvernoy weder die Verzweigungen der Arterien, noch die Ostien des Rückengefässes beobachten können. Audouin und M. Edwards dagegen haben den erweiterten Herzabschnitt auf die gesammte Region der Kieferfusssegmente ausgedehnt und demselben vier Paare von Arterien zugeschrieben, auch die Zahl der seitlichen Arterienpaare überhaupt um zwei Paare zu hoch angegeben. Auch waren beiden Autoren die zahlreichen Ostien an der Dorsalwand des Rückengefässes unbekannt geblieben, da sie glaubten, dass das Blut durch fünf Venenpaare in das Rückengefäss zurückgeführt werde. Später corrigirte allerdings M. Edwards (L'Institut l. c.) diesen Irrthum durch die Angabe, dass die Insertionsstellen der vermeintlichen Venenpaare auf eben so viel Spaltöffnungen der Herzwand zu beziehen seien. Es ist jedoch nicht schwer, auch für das Rückengefäss der ausgebildeten Squilla nachzuweisen, dass dasselbe nicht fünf, sondern zwölf Ostienpaare oberhalb der abgehenden Gefässe besitzt. Entsprechend den schrägen, von rechts nach links herabziehenden Muskelnetzen der

Herzwand sind die zu einem Paare gehörigen Ostien in gleicher Richtung schräg gestellt, nur die kleinen vorderen und hinteren Paare bewahren ihre ursprünglich symmetrische transversale Lage. (Fig. 1, 5, 7.)

Jedes Ostienpaar liegt oberhalb eines vom Rückengefässe abgehenden Gefässpaares; nur über den beiden kleinen Gefässpaaren der beiden vordern Kammern fehlen die wahrscheinlich erst secundär geschwundenen Ostien. Am Rande der langgezogenen Spaltöffnung erheben sich die zwei lippenartig vorspringenden Verschlussklappen, wie sie an den Ostien so vieler anderen Crustaceen bekannt geworden sind, Verschlussklappen, an deren Rand die charakteristische, durch einen Kern bedingte Anschwellung leicht zu erkennen ist. Vergleicht man nun das Herz und den ihm folgenden vordern Rückengefässabschnitt mit dem an jungen Erichthoidinalarven auftretenden Befunde, wie ich denselben in einer frühern Abhandlung[1]) beschrieben habe, so ergeben sich einige nicht unwesentliche Abweichungen, die nicht nur auf den Schwund der dort vorhandenen beiden Ostienpaare, sondern auf eine Herabrückung des Herzens in das vordere Kieferfusssegment hinweisen. Gefässpaare wurden in jenem Stadium noch nicht beobachtet, dagegen gehört das Herz der Kieferregion und die fünf nachfolgenden Kammern auf ihren allerdings auch schon über die Segmentgrenze herabgerückten Ostien, den 5 Segmenten der Kieferfüsse an. Diese Veränderung verdient um so grössere Beachtung, als dieselbe mit dem dorsalen Ursprung der Schalenfalte zusammenfällt; während dieselbe ursprünglich wie auch bei den Phyllopoden, bei Nebalia, sowie bei den Copepodenlarven der Kieferregion angehört, so dass die nachfolgenden Körperabschnitte von der Schale bedeckt werden, d. h. als Segmente unter derselben frei liegen, rückt der Schalenursprung bei Alima an die hintere Grenze der nachfolgenden beiden Kieferfusssegmente herab, welche daher an der Dorsalseite nicht als freie Segmente unterscheidbar bleiben.

Wie die vordere, so zeigt auch die hintere Region des Rückengefässes Eigenthümlichkeiten, welche auf secundäre Umgestaltung ursprünglich gleichartiger Verhältnisse zurückzuführen sind. Die beiden hinteren Ostienpaare, von denen das letzte bedeutend reducirt ist, liegen, dem Ursprunge der beiden hinteren Arterienpaare

[1]) C. Claus, Untersuchungen zur Erforschung der genealogischen Grundlage des Crustaceen-Systems. 1878. Taf. IV. Fig. 8.

entsprechend, im Endtheil des 5. Abdominalsegments dicht zusammengedrängt (Fig. 1, 7). In diesem Segmente findet sich aber auch noch das drittletzte Spaltenpaar nebst dem zugehörigen Gefässpaar, welches nahe der vorderen Grenze des 5. Abdominalsegmentes entspringt. Die gleiche Lage haben die vorausgehenden Spaltenpaare in den vorausgehenden Abdominalsegmenten, so dass im Abdomen sieben Ostienpaare liegen und eben so viel Gefässpaare entspringen. Es ist jedoch nahezu zweifellos, dass diese Lage keine ursprüngliche ist, vielmehr durch Herabrücken des hinteren Kammerabschnittes mit dem Ostien- und Gefässpaare aus dem vorausgehenden Segmente in den vorderen Abschnitt des nachfolgenden entstanden ist. A priori wird man für die Schwanzplatte eine besondere Herzkammer gewiss nicht annehmen, demgemäss im Abdomen höchstens sechs Kammern des Rückengefässes mit eben so viel Ostienpaaren zu suchen haben. Das vordere ganz vorn im ersten Segmente gelegene Ostienpaar dürfte daher schon deshalb nebst dem zugehörigen Herzabschnitt auf das vorausgehende letzte Thoracalsegment zu beziehen sein (Ar. a'). Und in der That vertheilen sich, und dies gilt für sämmtliche aus dem Rückengefäss austretende Gefässpaare, die Verzweigungen derselben in dem vorausgehenden Segmente, wenn sie auch mit ihrem hintern Aste Anastomosen mit dem nachfolgenden Gefässpaare eingehen.

Man sollte nun von den Blutgefässen der Fächergliedmassen (6. Pleopodenpaar) erwarten, dass sie aus dem letzten Arterienpaar entspringen. Dies ist jedoch nicht der Fall. Vielmehr vertheilen sich die spärlichen Ramificationen desselben zwischen der Muskulatur am sechsten Abdominalsegment und treten theilweise in das Telson über. Dagegen wurzelt das mächtige Blutgefäss der sechsten Fächergliedmasse (Fig. 1 und 4) in dem hinteren Ast des vorletzten Arterienpaares, dessen Vorderast das fünfte Pleopodenpaar in ähnlicher Weise wie der entsprechende Ast des drittletzten Arterienpaares das vierte Pleopodenpaar versorgt und somit dem vorher dargelegten Verhältniss entspricht. Uebrigens zeigen die Gefässe der Fächergliedmassen auch durch ihre Anastomosen mit den beiden hinteren Gefässpaaren der subneuralen Baucharterie ein von den vorausgehenden Pleopodenpaaren etwas abweichendes Verhalten (Fig. 4). Die Verzweigung der übrigen im Abdomen austretenden Gefässe ist eine durchaus übereinstimmende. Das schräg aufsteigende Gefäss entsendet — nach Abgabe eines kurzen medianwärts verlaufenden Zweiges nahe seiner Ursprungsstelle —

an der Grenze des vorausgehenden Segmentes im Winkel des Leberschlauches (Fig. 7 L) einen tiefen Ast (Rp), welcher nach der Ventralseite strebt und hier (Fig. 8 R p) in longitudinaler Richtung weiter nach vorn verläuft, um in das Pleopodenpaar jenes Segmentes einzutreten und dasselbe mit seinen Zweigen zu versorgen. Da, wo die Sternalarterie ein Transversalgefäss (Fig. 8 R t) entsendet, läuft das Ende desselben nahezu rechtwinklig mit dem longitudinalen Hauptast der Beinarterie vor ihrem Eintritt in die Extremität zusammen. Der dorsale Ast zieht schräg nach aussen vorn über den Leberlappen, dessen unterer Zipfel mit seinen Aussackungen in das nachfolgende Segment hineinragt, und spaltet sich in mehrere, sich wiederum wenig verzweigende Aeste, welche das Blut den zwischen den Leberschläuchen vertheilten Muskelgruppen zuleiten (Fig. 7 R d).

Auch die vorausgehenden, die Thoracalbeine versorgenden Gefässe verhalten sich ganz ähnlich, nur dass sie weit schwächer bleiben und kein Blut aus Transversalgefässen der Sternalarterie, welche in diesen Segmenten fehlen, erhalten. Von den in die Segmente der Kieferfüsse eintretenden vier Gefässen versorgt der vordere paarige Gefässstamm, welcher links- oder rechtsseitig die Verbindung mit der Herzarterie herstellt, die beiden vordern Kieferfüsse. Die drei nachfolgenden viel schwächeren Gefässpaare gehören den Segmenten der drei hinteren Greiffusspaare an und treten mit ihren Aesten in diese über.

Die Schwanzplatte (T e l s o n) wird in der ganzen Länge von der hinteren A o r t a durchsetzt, welche zwischen dem letzten Arterienpaare am Ende des Rückengefässes entspringt, in gerader Richtung durch das sechste Abdominalsegment herabzieht und unmittelbar hinter dem analen Drüsenpaar mehrere Paare vielfach ramificirter Seitenäste entsendet. Die Zweige derselben vertheilen sich zwischen den zahlreichen Leberschläuchen und breiten sich zwischen den Leberschläuchen auch der vorderen Telsonhälfte aus.

Was den Verlauf der vom Herzen ausgehenden Gefässstämme anbelangt, so versorgt die A o r t a c e p h a l i c a (Fig. 1, 3, 6 Ao. c), wie wir dies vordere Mediangefäss (an Stelle von artère ophthalmique) bezeichnen wollen, nicht nur die gestielten Augen, sondern auch das Gehirn und beide Antennenpaare, sowie die vorderen seitlichen Regionen der Schale. Die langgestreckte Kopf-Aorta verläuft oberhalb des Magens und zwischen den beiden vorderen Leberschläuchen, ohne Aeste abzugeben und spaltet sich erst in der

Region der zweiten Antennen, da, wo Schale und Vorderkopf durch zwei Muskelzüge verbunden sind, in zwei (Fig. 6) diese umgreifende Aeste, welche sich dann — der eine (bald rechte, bald linke) nach zuvoriger Abgabe der Arterie des Frontalstachels (Ar Fr) — in mehrere Gefässe spalten. Der erste starke Ast zweigt sich nach vorne ab und verläuft, schräg aufsteigend, oberhalb des cerebralen Seitenlappens, in welchen er eine Schlinge (Ans lat.) entsendet, um als Antennenarterie in die vordere Antenne einzutreten (Ar A'). Die transversale, etwas im Bogen gekrümmte Fortsetzung des seitlichen Arterienstammes, lässt dann am oberen Rande einen schwächeren Ast austreten, die Randarterie der Schale (Ar m). Dieselbe spaltet sich in einen vorderen schwächeren und einen im Bogen gekrümmten stärkeren Ast, welcher sich in die seitlichen Randstacheln verliert. Das Ende des Stammes entsendet ein Gefäss, welches nach rückwärts umbiegt und die Schale als rücklaufende Schalenarterie (S Ar) versorgt. Die Fortsetzung steigt schräg in die Tiefe, um in die zweite Antenne einzutreten. Die mediane Fortsetzung der Aorta im Vorderkopf versorgt vornehmlich das Gehirn und spaltet sich erst an der Stirn in die beiden Augenarterien (Fig. 140).

Um den Gefässverlauf im Gehirn zu verfolgen, wird man das Object am besten in die Rückenlage bringen und von der ventralen Seite aus bei verschiedener Einstellung beobachten. Erst wenn das lebende Thier einige Zeit unter dem Drucke des Deckgläschens in Bewegung und Athmung gestört ist und die Fibrillenzüge im Gehirn hervorzutreten beginnen, schwellen die Blutgefässe mächtiger an und markiren sich in ihrem Zusammenhange ausserordentlich deutlich.

Die unpaare Gehirnarterie entspringt unmittelbar nach dem Austritt der beiden beschriebenen Seitengefässe, steigt in der Medianlinie in kurzem Bogen nach abwärts und kommt zwischen den beiden Stammlappen des Gehirns an der Ventralseite desselben zum Vorschein (Fig. 3 Ar b). Man verfolgt demnach diesen Gefässstamm mit seinen Verzweigungen am besten in der Rückenlage des Thieres, indem man die untere Fläche des Gehirns einstellt und die allmälige Anschwellung der Gefässe abwartet. Man überzeugt sich alsbald, dass der basale Gefässstamm (Arteria basilaris), von der bindegewebigen Hirnhülle bekleidet, eine kurze Strecke nach vorne verläuft und sich dann in zwei kurze seitliche Hauptäste spaltet, deren Verzweigungen symmetrisch die beiden Hirnhälften versorgen. Jeder Hauptast theilt sich alsbald in zwei

gabelig im Bogen auseinanderweichende Aeste, welche einen wohl umschriebenen Theil des Gehirns, den ich hier als das schleifenförmige Marklager bezeichnen werde, umschreiben. Dasselbe steht zu den vorderen Antennennerven in unmittelbarer Beziehung, indem es dessen Nervenfasern aufnimmt. Der hintere Ast entsendet in das Centrum dieses Marklagers einen mehrfache Schlingen bildenden Zweig, aus welchem das Blut in ein tieferes Gefäss abfliesst. Sodann gibt derselbe Ast einen hinteren, das Marklager des unteren Antennennerven versorgenden Gefässzweig ab und endet an der äusseren seitlichen Grenze des schleifenförmigen Marklagers mit zahlreichen, theilweise in die Tiefe, also nach der Rückenhälfte des Gehirns eintretenden Schlingen (Fig. 3). Der vordere Gefässast gibt einen schwächeren, an der rechten und linken Seite ungleich starken Zweig ab, welcher mit einem zweiten, aber tiefen medianen Gefässstamm des Gehirns Anastomosen eingeht. An seinem äusseren Ende unterhalb der Austrittsstelle des vorderen Antennennerven bildet jener mehrfache Schlingen und setzt sich in die Tiefe fort. Ein zweiter medianer Gehirnstamm verläuft höher, von der Ventralseite entfernter, als der beschriebene und ist als ein abführendes Gefäss (Ar eff) zu bezeichnen, da sich in demselben die abführenden Blutbahnen sammeln, die selbst jedoch nichts Anderes als die umbiegenden Schenkel von arteriellen Gefässschlingen sind. Dieser abführende Gefässstamm mündet aber nicht in eine venöse Blutbahn der Leibeshöhle ein, in welchem Falle derselbe als Vene zu bezeichnen sein würde, sondern wiederum in die Verlängerung der Aorta, welche sich erst am äussersten Ende in die Augenarterien spaltet. Das ganze System der Gehirngefässe mit seinen zahlreichen Schlingen verschiedener Ordnung und grossentheils capillarenähnlicher Zartheit kann demnach als eine grosse, der Aorta angefügte Gefässschlinge betrachtet werden, ähnlich wie die viel einfacheren Gefässschlingen in den Ganglien der Bauchkette schlingenförmige Anhänge der Sternalarterie darstellen.

Die beiden Arterien des vorderen Paares, welche seitlich von der grossen Kopf-Aorta vom Herzen entspringen und nach M. Edwards als „Antennenarterien“ auch die Fühler versorgen sollen, umziehen die Seiten des Magens — das eine nach Abgabe der grossen Arterie des Zoëa-Stachels. Dieselben geben in der Tiefe mehrere Zweige für die Kiefer und Maxillen ab und setzen sich in die aufsteigenden Schalengefässe fort, von denen zwei oder drei nach

aussen umbiegende und wiederholt verzweigte Aeste den medialen Partien der Schale Blut zuführen. Somit erhält die Schale ein relativ sehr reiches Gefässnetz, welchem ein eben so reiches venöses Lacunensystem mit abführender Medianlacune, welche der Lacune der Phyllopodenschale ganz ähnlich ist, entspricht. Von besonderer Bedeutung erscheint das Verhalten der unmittelbar hinter dem Herzen entspringenden grossen Seitengefässe, welche man auf das zu den weiten Herzspalten gehörige Gefässpaar zu beziehen hat, obwohl sie an der Uebergangsstelle von Herz und Rückengefäss entspringen und von Duvernoy auch auf dieses bezogen wurden. Leider konnte ich bislang die peripherischen Verzweigungen dieses Gefässstammes, auf welchen sich ebenso wie auf die vorderen Herzgefässe die Contractionswellen der Herzwand fortsetzen, nicht näher feststellen (dieselben dürften wohl die Muskeln der Maxillen und vorderen Maxillenfusspaare versorgen), wohl aber vermochte ich die für den Vergleich des Stomatopoden- und Decapodenherzens wichtige Thatsache festzustellen, dass der eine dieser Gefässbogen, und zwar bald der linke, bald der rechte, in der Tiefe die Verbindung mit dem sternalen Theil der Baucharterie herstellt, dass seine bogenförmige Fortsetzung an der Ventralseite zu dem links- oder rechtsseitigen Quergefäss wird, welches zwischen den breitgezogenen Ganglien des ersten und zweiten Maxillarfusssegmentes in das mediane Sternalgefäss führt (Fig. 9 Rc).

Hiermit dürfte die Homologie des vorderen erweiterten Herzabschnittes nebst nachfolgendem Arterienpaare bei den Stomatopoden mit dem Decapodenherzen ziemlich gesichert sein.

Die Baucharterie, deren Existenz Duvernoy unbekannt geblieben und von M. Edwards[1]) in dessen Crustaceenwerk ausdrücklich geleugnet war, verläuft als ansehnliches Mediangefäss längs der Ventralseite der Ganglienkette (Fig. 9 Ar st) und entsendet in jeden Ganglienknoten Schlingen, die in

[1]) M. Edwards, Hist. nat. des Crutacés, T. I, p. 377. Später hat sich allerdings M. Edwards von der Existenz dieses Gefässes überzeugt. Leçons sur la physiologie, T. III, 1858, p. 189: „Enfin, l'artère sternale et l'artère abdominale inferieure ne se trouvent représentées que pas un vaisseau médian extrêmement grêle. Ce vaisseau est accolé à la face inférieure de la chaîne ganglionnaire et fournit dans chaque anneau un paire de petites branchies, qui se rendent aux muscles voisins, mais ne constituent pas comme chez les Decapodes les artères pédieuses."

denselben zahlreiche Nebenschlingen bilden. Man kann wohl behaupten, dass dieses subneurale Längsgefäss in erster Linie zur Ernährung der Ganglien in Beziehung steht. Daneben gibt dasselbe freilich noch mehrere seitliche Aeste ab, welche mit den in die Extremitäten eintretenden Gefässzweigen der dorsalen Gefässpaare Anastomosen bilden und das in die Extremitäten strömende Blut vermehren. Dies Verhältniss ist am leichtesten an den beiden letzten Gefässpaaren zu constatiren, welche am Ende des 5. und 6. Abdominalsegments von der Baucharterie ausgehen. Das letzte Paar bildet gewissermassen die gabelig gespaltenen, verhältnissmässig schwachen Endäste, welche unterhalb des letzten Ganglions vor dem hinteren Segmentrand quer nach rechts und links ziehen und mit dem hinteren Aste des vorausgehenden, viel stärkeren Gefässes in den die Extremität der Schwanzflosse versorgenden Zweig der vorletzten Dorsalarterie einmünden. Der vordere schwächere Ast des vorletzten ventralen Gefässpaares hat eine Beziehung zum 5. Pleopodenpaar und anastomosirt mit dem vorderen Ast des entsprechenden dorsalen Gefässpaares. In den vier vorausgehenden Abdominalsegmenten gibt die Baucharterie nur an einer Körperseite je ein unpaares Seitengefäss ab, während noch im Segment des 5. Kieferfusses ein drittes seitliches Gefässpaar austritt.

Am Ursprunge jeder vom Herzen und Rückengefäss austretenden Arterie findet sich ein Paar Taschenklappen (Fig. 5 Va), welche, in den Aorten senkrecht gestellt, ihre Flächen medianwärts kehren, während sie in dem paarigen Gefässe eine horizontale Lage haben. Der Bau dieser Klappen stimmt mit dem bekannten und wiederholt beschriebenen des Ediophthalmen und Phyllopoden überein.

Das zurückführende Venensystem wird ausschliesslich durch Lacunen und Blutsinus der Leibeshöhle, wie sie für Squilla bereits von den Autoren beschrieben wurden, vertreten. Am besten überzeugt man sich von dem Verhalten des venösen Blutstromes in der umfangreichen Schale, deren arterielle Gefässe ich bereits dargestellt habe. Die zahlreichen offenen Enden der terminalen Gefässzweige (Fig. 2) sind am lebenden Thiere schon unter mässigstarker Vergrösserung leicht nachzuweisen. Aus denselben sieht man Blutkörperchen in die gefässähnlichen Räume zwischen den Stützbälkchen, deren Befestigung an der oberen und unteren Schalenlamelle die kleinen „Substanzinseln“ erzeugen, eintreten und in die grossen Seiten- und Randlacunen wandern, um von

hier aus in der Hauptbahn, dem Mediansinus, nach dem Pericardialraum oberhalb den beiden grossen Ostien des Herzens zurückgeleitet zu werden. Auch an den Endzweigen der übrigen Arterien, insbesondere an denjenigen, welche sich in der Schwanzplatte und an den Seitenflügeln der Segmente finden, kehren dieselben Verhältnisse wieder. Hier mögen die kräftigen Contractionen der verästelten Leberschläuche als wichtige Motoren in Betracht kommen, um den venösen Blutstrom in bestimmter Richtung zwischen den Lücken dieser Organe und der Leibesmuskulatur in die Hauptbahn fortzuleiten. Diese ist der bereits bekannte und von den Autoren beschriebene Bauchsinus oberhalb und in der Umgebung der Ganglienkette. In denselben führen aber paarige Nebensinus ein, von denen die des Kopfes oberhalb und an der Bauchseite des Gehirns am besten zu beobachten sind. Die beiden Blutlacunen, welche an der Dorsalseite des Gehirns auftreten, liegen medialwärts von der grossen Antennenarterie und leiten den aus den Augen austretenden Blutstrom in den Kopftheil des venösen Mediansinus. An der Ventralseite des Gehirns verläuft rechts und links die venöse Lacune, welche das Blut aus der vorderen Antenne zwischen den Hirnschenkeln in den Kopftheil jenes Sinus zurückleitet. Derselbe ist dorsalwärts durch ein transversales Septum begrenzt, so dass das Blut nicht direct, sondern durch seitliche Lacunen der einzelnen Segmente in den grossen dorsalen Pericardialsinus gelangt und von da in die Ostienpaare des Rückengefässes einströmt. Das aus den Extremitäten zurückströmende Blut scheint wenigstens im Abdomen nicht erst in den Bauchsinus, sondern sogleich durch dorsalwärts aufsteigende Lacunen in den Pericardialsinus einzutreten. Da die Füsse des Abdomens die Kiemen tragen, welche sich freilich im Alima- und Erichthusstadium auf kurze, erst in der Entwicklung begriffene Anhänge reduciren, so dürfte der arterielle Blutstrom mit Umgehung des Bauchsinus direct zum Rückengefäss zurückkehren.

Von grossem Interesse erscheint das Vorhandensein eines sympathischen Nerven, welcher die Kammern des Rückengefässes in ganzer Länge begleitet (Fig. 7 S). Derselbe verhält sich ganz ähnlich wie der Sympathicus des Hyperidenherzens, indem er wie hier in der Medianlinie auf der Dorsalwand verläuft und an jeder Kammer unmittelbar hinter dem Ostienpaare eine grosse Ganglienzelle (Gz) aufnimmt, welche durch ihren schönen rundlichen Kern am lebenden Thiere sofort in die Augen fällt. Wahrscheinlich innervirt dieselbe die Muskulatur der zugehörigen Kammer. Ueber

das feinere Verhalten der Nervenausbreitung habe ich ebenso wenig wie über den Ursprung der gesammten Nervenbahn Sicheres ermitteln können.

Ein grösseres, wohl zwanzig und mehr Nervenzellen umfassendes Ganglion, welches ebenfalls dem sympathischen System angehört, hat seine Lage oberhalb der kegelförmig erhobenen Oberlippe, in der Tiefe zwischen den beiden Schlundcommissuren, welche zum Gehirn emporsteigen, und versorgt mit zwei kurzen, ziemlich dicht aneinander liegenden Nerven die Muskulatur des Schlundes (Fig. 10 S G). Wahrscheinlich hat dasselbe eine Beziehung zu den Schluckbewegungen.[1])

Auffallender Weise fehlen den Stomatopoden die im Kreise der Decapoden und auch Edriophthalmen so verbreiteten schleifenförmigen Antennendrüsen, deren Function man in gleicher Weise, wie die der Schalendrüsen, auf eine Art Harnsecretion bezieht. Da auch keine Ueberreste von einer Schalendrüse nachweisbar sind, wird man mit Recht nach dem stellvertretenden Organ fragen, durch welches die stickstoffhaltigen Producte des Stoffwechsels bei den Stomatopoden ausgeschieden werden. Ein solches Organ findet sich nun in der That da, wo man es nach Analogie der Amphipoden suchen würde, als Anhang des Afterdarmes, und zwar am äussersten Ende desselben unmittelbar vor der Ausmündung neben der Afterspalte. Zu beiden Seiten der Afterspalte finden sich zwei Drüsensäckchen, deren Zellen stark in das Lumen vorspringen und ein Secret ausscheiden, welches sich als körniges Sediment niederschlägt (Fig. 11 Dr).

Eine andere, bisher nicht beachtete Gruppe von Drüsen erfüllt die Räume der Oberlippe und der Maxillen (Fig. 10 Dr). Es sind Anhäufungen grosser einzelliger Drüsen mit langen, in Poren an der Oberfläche mündenden cuticularen Ausführungsgängen, welche, wie bei ähnlichen Drüsen der Amphipoden und Hyperiden, strahlenförmig in der Substanz der Drüsenzelle beginnen. Wahrscheinlich dürfte das Secret daselbst bei der Aufnahme der Nahrung in Verwendung kommen.

[1]) C. Claus, der Organismus der Phronimiden. Arbeiten aus d. zool. Instit. etc. der Univ. Wien. Tom. II. 1879, p. 40, Taf. VI, Fig. 43. FB, Gz.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. I.

Fig. 1. Squilla larve mit sämmtlichen Beinpaaren und Kiemenanhängen an den Pleopoden vor dem Uebergang in die Squillaform, von der Rückenseite aus dargestellt. H. Herz. Rg Rückengefäss. Ar', Ar'' etc. Arterienpaare des Rückengefässes. Ao c Aorta cephalica. Ar l die Seitenarterien des Herzens (Schalenarterien). Ar A' Arterie der vorderen Antenne. Ar A'' Arterie der hinteren Antenne. Ar O Augenarterie. K b Kiemenfächer der 5. Kieferfusspaare. S Ar Vordere Schalenarterie. Ar ab', Ar ab'' erstes, zweites etc. Arterienpaar des Abdomens. Ar m Randarterien der Schale. St A Stachelarterie. Pl ^{6} 6tes Pleopodenpaar. L Leberschläuche im Telson. Dr Drüsensäckchen.

Taf II.

Fig. 2. Die Endigung der Arterien in dem Lacunensystem der Schale. Bk Blutkörperchen in den Lacunen. S Ansatzstellen der Stützfasern. Oe Oeffnungen der Gefässe.

Fig. 3. Die Gefässschlingen der Cerebralarterie von der Bauchfläche des Gehirns aus dargestellt. Oc Nebenauge. N O Sehnerv. N A' Nerv der ersten Antenne. Sch Ml schleifenförmiges Marklager. S Ml seitliches Marklager. N A'' Nerv der zweiten Antenne. Ar b zuführende Cerebralarterie = Arterie basilaris mit ihren zwei kurzen Seitenästen, welche sich symmetrisch in beiden Gehirnhälften in die schlingenbildenden Zweige spalten. Ar eff abführendes Gefäss mit seiner Mündungsstelle in die Aorta. Ans lat Seitenschlinge der Antennenarterie. L C Längscommissuren, in die Hirnschenkel übergehend. Ao c Aorta cephalica.

Fig. 4. Die Gefässe der Fächergliedmasse (6. Pleopodenpaar) Ar st, Ende der Sternalarterie mit den Seitenästen am hinteren Rande des 6. Abdominal-Segmentes. Rl^{6}. Rl^{5} Die Seitenäste des 5. Paares am Hinterrande des 5. Abdominal-Segmentes. R i Unterer Spaltast, welcher mit der vorletzten Dorsalarterie (Ar ab^{5}) communicirt und der Hauptast mit diesem die Arterie der Fächergliedmasse (Ar Pl^{6}) liefert.

Fig. 5. Herz und vordere Partie des Rückengefässes mit den austretenden Arterienpaaren. Os' Ostienpaar im Segment des 4. Kieferfusses. Os'' Ostien im Segment des 5. Kieferfusses. Ar'' Arterienpaar des 3. Kieferfusssegmentes, welches, ebenfalls scharf abgegrenzt, mit der Schale nicht verwachsen ist. Ar' vorderes Arterienpaar, welches die beiden vorderen Kieferfusspaare versorgt und an einer Seite mit dem unpaaren Transversalgefäss der Sternalarterie communicirt. H Herz mit seinen zwei grossen Ostien. Ao c Aorta cephalica. Ar l Rücklaufende Seitenarterien der Schale. Va Klappen am Ursprung der Gefässe.

Fig. 6. Die Abzweigung der Antennen- und Schalenarterien von der Aorta, Buchstaben wie in Fig. 1. M Muskeln. A s venöser Sinus zur Abführung des Blutes aus den Stilaugen. Ar Fr Arterie des Stirnstachels. Ar m Randgefäss der Schale. S Ar. Seitliche rücklaufende Schalenarterie.

Taf. III.

Fig. 7. Der Endabschnitt des Rückengefässes im 3. bis 6. Abdominalsegment (3 S — 6 S). G z Ganglienzelle hinter jedem Ostienpaar. L Leberschläuche. M Herzmuskulatur. Ar ab^4 und Ar ab^7 das 4. und 7. Arterienpaar des Abdomens. R p der ventral absteigende Beinast. R d dorsaler Gefässast mit seinen Verzweigungen in der Muskulatur. R t transversaler Ast.

Fig. 8. Ganglion des zweiten Pleopodenpaares mit den angrenzenden Organen. A st Arteria sternalis. R t transversaler Ast, welcher mit dem von der Rückenseite absteigenden Fussast R p des im nachfolgenden Segmente aus dem Rückengefäss austretenden Arterienpaares communicirt. Ar p, Ar p' die beiden Aeste der Beinarterie. L Leberschlauch des 2. Abdominalsegmentes.

Fig. 9. Das Bauchmark der Kiefer- und Kieferfusssegmente mit der Sternalarterie (Ar st) und den von dieser ausgehenden Gefässschlingen in den Ganglien. G Md Ganglien des Mandibelsegmentes. G Mx' G Mx'' Ganglien der beiden Maxillarsegmente. G Mf' — G Mf^5 die Ganglien der 5 Kieferfusssegmente. G p Ganglion des ersten der drei beintragenden Segmente. Ans cap capillare Gefässschlingen. R c das unpaare Transversalgefäss, welches aus dem hinteren Arterienpaar des Herzens entspringt. Kf^2—Kf^5 die Basalstücke vom 2. bis 5. Kieferfuss.

Fig. 10. Oberlippe mit den drei Gruppen einzelliger Drüsen (Dr) und dem sympathischen Ganglion des Schlundes (S G). S c Schlundcommissuren. M Muskeln.

Ueber das Verhältniss von Monophyes zu den Diphyiden

sowie über den

phylogenetischen Entwicklungsgang der Siphonophoren.

Von

C. Claus.

In einem frühern, die Gattung Monophyes[1]) und ihren Abkömmling Diplophysa behandelnden Aufsatz hatte ich das Verhältniss von Monophyes zu den Diphyiden dahin bestimmt, dass ich diese Gattung demjenigen Larvenstadium von Diphyes parallel stellte, welches erst eine Schwimmglocke gebildet hat und an deren Seite einen Magenschlauch nebst Fangfaden und Knospengruppe trägt. Dieses Stadium war insbesondere durch Metschnikoff für Diphyes quadrivalvis (Epibulia aurantiaca) eingehend beschrieben worden. Dasselbe gleicht so sehr den von mir näher dargestellten Monophyiden, dass ich diese unmittelbar aus jenem ableiten zu können glaubte mit den Worten: „Denken wir uns nun, dass die Seite der Schwimmglockensubstanz, welcher der Polypit mit seinen Knospengruppen anliegt, diesen überwächst und in einen Raum einschliesst, so wird die Anlage der zweiten Schwimmglocke bedeutungslos und demgemäss unterdrückt werden müssen, während die weitere Gliederung die normale bleibt.“ Somit war die Schwimmglocke von Monophyes bereits als Aequivalent der während der Entwickelung von Diphyes zuerst gebildeten Schwimmglocke und das betreffende Entwicklungs-

[1]) C. Claus, Schriften zoologischen Inhalts. II. Wien 1874.

stadium [1]) mit Rücksicht auf die grosse Uebereinstimmung mit Monophyes soweit gewürdigt, dass dasselbe auch als Monophyes-stadium der Diphyiden hätte bezeichnet werden können.

Im Vergleich zu Monophyes schien mir bereits seit Jahren die kleine, stets nur mit einer Schwimmglocke behaftete Diphyes Kochii Will von Interesse, eine Form, welche in Triest zu den häufigsten Vorkommnissen des Auftriebes gehört und in den allwöchentlich nach Wien übermittelten Sendungen lebender Seethiere so wohlerhalten eintrifft, dass ich dieselbe meinen Schülern als Repräsentant der Diphyidengruppe zur Untersuchung zu geben pflege. Dass diese kleine Calycophore stets nur eine einzige Schwimmglocke trägt, war natürlich eine der zuerst aufgefallenen und gewürdigten Eigenschaften, indessen schien mir diese Eigenthümlichkeit nicht im Entferntesten die Berechtigung zu geben, die kleine Calycophore für eine Monophyes zu halten, zumal der Typus der Schwimmglocke und der zu Eudoxien sich entwickelnden Individuengruppen durchaus auf eine Diphyes hinwies, welche die eine der beiden Schwimmglocken frühzeitig rückgebildet und verloren hat.

In ähnlicher Weise verhalten sich ja auch zwei grössere von Huxley als Diphyes mitra und Chamissonis beschriebenen Diphyiden mit nur einer Schwimmglocke.

Auf welche der beiden Schwimmglocken aber, auf die vordere oder hintere, die vorhandene Glocke zurückzuführen sei, wagte ich nach den vorliegenden Anhaltspunkten nicht bestimmt zu entscheiden, denn wenn jene auch mit Rücksicht auf den Ursprung der Gefässe und auf die Lage der zur Aufnahme des Stammes und seiner Anhänge dienenden trichterförmigen Höhlung mit der vorderen früher entstehenden Diphyidenglocke die grösste Aehnlichkeit zeigte, so war doch auch an die Möglichkeit einer analogen Anpassung der untern, später knospenden Glocke nach Ausfall jener zu denken.

Wie berechtigt diese meine Auffassung der Muggiaea als Diphyide gewesen ist, haben wir kürzlich durch eine interessante Beobachtung Chun's [2]) erfahren, nach welcher diesem Forscher der

[1]) E. Metschnikoff, Studien über die Entwickelung der Medusen und Siphonophoren. Zeitschrift für wiss. Zool. Tom. XXIV. Taf. VII Fig. 14.

[2]) C. Chun, Ueber die cyclische Entwickelung und die Verwandtschaftsverhältnisse der Siphonophoren. Sitzungsberichte der k. preuss. Akademie der Wissensch. Berlin, December 1882.

Nachweis glückte, dass die zuerst an der Larve auftretende, der Monophyesglocke entsprechende Schwimmglocke in der That abgeworfen wird, und dass somit Diphyes Kochii oder, wie wir dieselbe nach dem berechtigten Vorgange des genannten Autors bezeichnen wollen, Muggiaea Kochii, wenn sie auch nur eine einzige Schwimmglocke trägt, doch keine Monophyide ist, vielmehr zu den Diphyiden in näherer Verwandtschaft steht. Freilich hat Chun unsere „einem Diphyes ausserordentlich ähnliche" Form eben wegen der einzigen Schwimmglocke als „eine sehr aberrant gebaute Monophyide" betrachtet, indessen mit Unrecht, da nach seinem eigenen Nachweise die Schwimmglocke von der primären Glocke der Monophyes verschieden ist und eine erst später entstandene, mit einer Diphyidenglocke identische Bildung ist. Da nun auch andere Schlussfolgerungen, welche Chun aus seinen Beobachtungen abgeleitet hat, theils meinen Erfahrungen auf dem Gebiete der Siphonophoren widersprechen, theils allgemeinen Gesichtspunkten gegenüber unhaltbar erscheinen, so glaube ich zu einer kurz gedrängten Zurückweisung derselben um so mehr berechtigt zu sein, als ich selbst die Gattung Monophyes, beziehungsweise die Familie der Monophyiden zuerst näher beschrieben und den Diphyiden entgegengestellt habe, ferner seit einer Reihe von Jahren über Diphyes (Muggiaea) Kochii und deren Eudoxien eigene Erfahrungen gesammelt habe.

Zunächst begreife ich nicht, dass Chun darüber so frappirt sein konnte, als Brut der Eudoxia Eschscholtzii nicht gleich die Muggiaea, sondern eine dem Monophyesstadium der Diphyes entsprechende Jugendform derselben zu beobachten, welche mit der eben erwähnten von Metschnikoff näher beschriebenen Larve von Diphyes (Epibulia) quadrivalvis zum Verwechseln ähnlich ist. Ich begreife dies um so weniger, als Chun selbst mit diesem Verhältniss genau bekannt war und ausdrücklich hervorhebt, wie selbst Aeusserlichkeiten so genau wiederholt erscheinen, dass man die von Metschnikoff gegebene Abbildung für die Darstellung seiner eigenen Form halten könnte. Was gibt nun unter solchen Umständen unserm Autor Berechtigung, seine Form für ein „echtes Monophyes" zu erklären, zumal er die fast identisch gestaltete Diphyes (Epibulia)-Larve, welche mit demselben Rechte eine echte Monophyes-Art repräsentiren würde, als Larve betrachtet?

In beiden Fällen ist, ausser der primären mützenförmigen Schwimmglocke lediglich ein einziger Magenschlauch und Fang-

faden vorhanden, es fehlt also noch der für die Gattung Monophyes beschriebene Stamm mit seinen zahlreichen, ähnlich wie bei Diphyes gegliederten Individuengruppen. Läge demnach das Bedürfniss vor, für eine solch' einfache primordiale Calycophore einen Gattungsnamen einzuführen, so würde man eine neue Bezeichnung, wie etwa „Protomonophyes", gebrauchen müssen, auch um damit auszudrücken, dass es sich um eine einfachere, in der Stammesentwickelung vorausgehende Form, um einen phyletischen Vorläufer von Monophyes, handle. In Wahrheit aber ist die Chun'sche Monophyes, die nun gar auch noch als besondere Art eingeführt und als M. primordialis bezeichnet wird, so gut wie die Metschnikoff'sche Diphyesform ein Larvenstadium, und wie man nach unseren bisherigen Kenntnissen von der Entwickelung der Siphonophoren zu erwarten hat, entwickelt sich thatsächlich auch die Brut der Eudoxia Eschscholtzii durch diese Larve zur zugehörigen Diphyide der Muggiaea Kochii, deren Individuengruppen sich später als Eudoxien loslösen.

Der Irrthum aber, die Larve für eine Monophyesform zu halten und noch dazu als besondere Art dieser Gattung in Anspruch zu nehmen, führte folgerichtig zu zwei neuen Fehlschlüssen, nämlich erstens das Monophyes-ähnliche Stadium für eine besondere Generation auszugeben, und zweitens die Muggiaea-Form nicht mehr als Repräsentant der Art, sondern als eine zu Monophyes primordialis gehörige, von dieser aufgeammte zweite Generation zu erklären. Die Abstossung der mützenförmigen Schwimmglocke nach Entstehung neuer Knospengruppen und insbesondere einer zweiten abweichend gestalteten, für das spätere Stadium charakteristischen Schwimmglocke konnte zu der Deutung Anlass geben, als sei die Muggiaea unter Mitnahme des gesammten Stammes und der Eudoxien-Anlage von Monophyes primordialis als eine von dem Mutterthiere losgelöste neue Generation aufgeammt! Als wenn der Verlust eines alten und die Neubildung eines zweiten ähnlichen Körpertheils bei einem in der Entwickelung begriffenen Organismus eine so absonderliche und nicht vielmehr eine häufige und gerade auf dem Gebiete der Siphonophoren recht verbreitete Erscheinung wäre! Was in wiederholten Fällen für die Nesselknöpfe und Deckstücke, von denen verschiedene Formen einander ablösen können, beobachtet wurde, trifft hier für zwei in der Entwickelung aufeinander folgende, verschieden gestaltete Schwimmglocken zu.

Wer aber die Monophyes-ähnliche Muggiaealarve für den Repräsentanten einer besonderen Generation und Species erklären kann, müsste solches in gleicher Weise auch für die fast identische Larvenform von Diphyes (Epibulia), sowie für das Athorybiastadium der Agalmopsis thun. Auch Diphyes (Epibulia) quadrivalvis würde keine selbstständige Art, sondern nur eine zweite Generation von Monophyes „antiqua" sein und Agalmopsis Sarsii einer solchen von Athorybia „primigenia", wie wir dann die bezügliche mit provisorischen Deckstücken versehene, der Schwimmglocken noch entbehrende Larvenform bezeichnen könnten, entsprechen.

So ist denn aus Chun's Erörterungen weder hervorgegangen, „dass die Monophyiden zu den Calycophoren die nächsten verwandtschaftlichen Beziehungen haben" — da dies Verhältniss bereits längst zur Genüge dargethan war — noch auch als feststehendes Factum bewiesen worden, „dass in den cyklischen Entwickelungsgang der Monophyiden drei Generationen eingreifen", oder dass gar für die gesammten Calycophoriden eine besondere dritte Generation existire.

Dagegen sind wir durch die Beobachtungen dieses Forschers über die Entwickelung der Muggiaea mit der Thatsache bekannt gemacht worden, dass die zuerst gebildete Schwimmglocke der Diphyidenlarve und die jener gleichwerthige Schwimmglocke der Monophyiden keineswegs der oberen Schwimmglocke der Diphyiden zu entsprechen braucht, derselben sogar wahrscheinlich in keinem Falle homolog sein dürfte.

Wahrscheinlich entspricht ganz allgemein die obere meist thurmförmige Schwimmglocke der Diphyiden einer zweiten, und die untere ebenfalls thurmförmige Schwimmglocke einer dritten Glockenanlage, während die primäre Glocke des Monophyesstadiums frühzeitig abgestossen wird. Allerdings ist dieser Nachweis von der Hinfälligkeit der primär entstandenen Glocke bislang nur für die Muggiaea geführt worden, eine Diphyidengattung, welche stets nur eine einzige hohe Schwimmglocke besitzt und vielleicht auch die von Huxley als Diphyes mitra und D. Chamissonis beschriebenen Formen umfasst. Indessen ist die Uebereinstimmung der Muggiaeaglocke mit der obern der beiden Diphyidenglocken eine so grosse, dass die Wahrscheinlichkeit der Homologie derselben mit der oberen Diphyesglocke fast zur Gewissheit gesteigert wird, zumal da in dem von Metschnikoff beschriebenen älteren Entwickelungsstadium

von Epibulia (Fig. 15) eine kleine neugebildete Glockenanlage dargestellt wird, welche der jugendlichen Muggiaeaglocke sehr ähnlich ist, während die primäre des Monophyesstadiums, wahrscheinlich weil sie sich abgelöst hatte, nicht abgebildet wurde.

Immerhin bleibt es späteren Untersuchungen vorbehalten, für Diphyes und die übrigen Diphyidengattungen den fehlenden Nachweis zu führen, da zur Zeit die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist. dass in der einen oder andern Form, wie z. B. bei Abyla die obere Schwimmglocke der Monophyesglocke, die untere der zweitgebildeten entsprechen könnte. Auch Chun scheint der erstern Ansicht zu sein, wenn er nicht nur für die Huxley'schen Diphyes mitra und Diphyes Chamissonis eine solche Monophyes-Generation annimmt, sondern es auch für die gesammten Calycophoren wahrscheinlich hält, dass der Nachweis einer „dritten Generation" zu erbringen sei. Freilich würde er dann in weiterer Consequenz seiner Auffassung nicht eine jener beiden Diphyiden oder Muggiaea formen, sondern auch die Arten sämmtlicher Calycophorengattungen gleich der Muggiaea Kochii als selbstständige Arten einziehen und als aufgeammte Generationen von Monophyes-Arten betrachten müssen, eine Consequenz, deren Ungereimtheit am besten den Irrthum des Ausgangspunktes klar legt.

Eine wohl berechtigte Frage würde jedoch die sein, ob die von Huxley und mir beschriebenen Monophyes-Arten überhaupt selbstständige Arten repräsentiren und nicht vorübergehende Entwicklungsstadien höher gegliederter Calycophoren sind. Der Umstand, dass im Gegensatze zu den bisher bekannt gewordenen Diphyes- und Muggiaealarven ein gegliederter mit Individuengruppen besetzter Stamm vorhanden ist, kann an sich nicht entscheidend sein, zumal die Individuengruppen selbst am Stock keine hohe Differenzirung und vollständige Ausbildung zu den Eudoxien-ähnlichen Diplophysen erlangen, und es bislang kaum mehr als die allerdings sehr bedeutungsvolle Identität der Nesselknöpfe war, durch welche ich mich zu dem Schlusse berechtigt glaubte, die Diplophysa inermis als die zu Monophyes gracilis gehörige Eudoxie zu betrachten. Es würde auch gar nicht auffallend sein, wenn sich bei manchen Calycophoren noch vor Ausbildung der zweiten, beziehungsweise dritten Schwimmglockenanlage mehrere oder zahlreiche Knospengruppen an dem sich verlängernden Stamm zu Individuengruppen entwickelten, und die primäre

Glocke eine viel längere Dauer als gemeinsamer Bewegungs- und Schutzapparat bewahrte.

In der That ist es nicht unmöglich, dass die kleinere als M. irregularis unterschiedene Monophyes mit kurzem und weitem seitlichen Trichterraum (Claus l. c. Fig. 16, 17) und weit gedrängter folgenden, noch wenig zahlreichen Individuengruppen keine selbstständige Art, sondern nur eine vorübergehende Larvenform einer grösseren und höher stehenden Calycophore repräsentirt. Hätte nun aber ein solches Verhältniss für die Monophyiden überhaupt Geltung, so würden dieselben natürlich als Familie hinwegfallen und Monophyes, ähnlich wie in so zahlreichen Fällen von als Gattungen unterschiedenen Larvenformen, lediglich zur Bezeichnung eines vorübergehenden Entwickelungsstadiums gebraucht werden müssen. Indessen halte ich wenigstens M. gracilis und die von Huxley beschriebene Sphaeronectes Köllikeri als selbstständige Form gesichert, nicht nur wegen der höchst wahrscheinlich gemachten Beziehung zu Diplophysa sondern mit Beziehung auf die schon früher von mir betonte ausserordentliche Verlängerung der trichterförmigen Nebenhöhle, welche zur Aufnahme des langen Stammes mit seinen zahlreichen Individuengruppen dient und zugleich die Ausbildung einer andern Schwimmglocke ausschliesst (vgl. Claus l. c. Fig. 8). Ich glaube daher wohl berechtigt zu sein, die Monophyiden in der bisherigen Fassung als die tiefst stehende, die kleinsten und einfachsten Calyphoren umfassende Familie neben den Diphyiden und Hippopodiiden aufrecht zu erhalten.

C. Chun hält seine Monophyes primordialis mit ihren „heteromorphen Generationen" für die einfachste Siphonophore und geht so weit, zu behaupten: „Monophyes primordialis ist die Stammform der Siphonophoren." Er begründet seine Behauptung durch den einfachen Bau derselben und durch den einfachen Verlauf der Entwickelung, da wenige Tage genügen, „um das befruchtete Ei direct in das ausgebildete Thier überzuführen, sowie durch den gleichen Entwickelungsverlauf der übrigen Calycophoren, welche sämmtlich ein Stadium durchlaufen, das bis in's Detail den Bau von Monophyes repräsentirt. Als wenn aus diesem zur Zeit nur für ein paar Fälle bekannt gewordenen Verhältnisse — selbst die Richtigkeit desselben für sämmtliche Calycophoren zugegeben — mehr gefolgert werden könnte, als dass von einer der Monophyes-ähnlichen Diphyidenlarve entsprechenden Urform, sagen wir also von einer „Proto-

monophyes" die Calycophorengruppe phylogenetisch abzuleiten sei. Weshalb gerade die als „Monophyes primordialis" bezeichnete Muggiaealarve als Stammform nicht nur der Calycophoren, sondern aller Siphonophoren betrachtet wird, ist schlechterdings nicht einzusehen, umsoweniger als es gänzlich ungereimt sein dürfte, eine jetzt lebende Form direct als Ausgangspunkt der Stammesentwickelung „als Stammform" in Anspruch zu nehmen.

Und ganz dasselbe würde einzuwerfen sein, falls der Autor unter Monophyes primordialis nicht nur das Monophyes-ähnliche Stadium, sondern den Entwickelungscyclus seiner drei zu Muggiaea gehörigen Generationen verstanden haben sollte, um aus derselben seine Vorstellung von der Form und von dem Entwickelungsgang der Ursiphonophore abzuleiten.

Sicher ist dieser letztere, nach dem vorliegenden Material an Thatsachen und Gesichtspunkten zu urtheilen, einfacher gewesen, wie auch schon unter den bekannt gewordenen Calycophoren die Entwickelungsweise von Monophyes gracilis, bei der es noch nicht zur Bildung einer zweiten Schwimmglocke kam, dem ursprünglichen Verhalten näher stehen dürfte. Wer aber vermag zu behaupten, dass das ursprüngliche Verhältniss nicht ein wesentlich abweichendes gewesen ist! Man könnte sich die Vorstellung machen, dass die Stammform der Calycophoren eine Protomonophyes-ähnliche Form gewesen sei, welche anstatt mit dem weiterern Wachsthum einen Stamm und Individuengruppen an demselben zu erzeugen, sogleich zur Seite der Schwimmglocke neben Magenschlauch und Fangfaden eine tentakellose und mundlose, aber Geschlechtsstoffe bildende Meduse zur Entwickelung brachte. Eine solche Form würde alle nothwendigen Elemente einer Siphonophore enthalten und uns die denkbar einfachste Grundform eines Siphonophorenstöckchens vorführen, von dem man leicht nicht nur die Calycophoren, sondern in fortschreitender divergenter Entwickelung die übrigen Siphonophorengruppen ableiten könnte. Indessen würde eine solche Protomonophyes als Stammform der Siphonophoren bedeutende Angriffspunkte bieten, wie die nachfolgenden Betrachtungen zeigen werden.

Bekanntlich sind die Ansichten über die Deutung und Ableitung der Siphonophoren insofern getheilt, als die einen Forscher nach dem Vorgange R. Leuckart's die Siphonophoren als freischwimmende polymorphe Hydroidstöcke mit polypoiden und medusoiden Individuen auffassen, die anderen im Anschluss an Huxley und bestärkt durch das Bild einer proliferirenden Sarsia oder

eines Hybocoodon den complicirten Organismus der Siphonophore auf die Theile einer Meduse zurückführen und somit die Anhänge des Siphonophorenleibes als vielfach wiederholte nur abgeänderte Organe des Medusenleibes deuten, die Schwimmglocke als Schirm, den Polypen als Magenrohr, den Senkfaden als Tentakel betrachten. Ich habe schon früher[1]) zu zeigen versucht, dass der Unterschied beider Auffassungen, zumal bei dem relativen Werth des Begriffs „Individuum", und bei der Beziehung der Meduse zum Hydroidstock als dessen aufgeammten Geschlechtsthieres, keineswegs so bedeutend ist, als er beim ersten Blick zu sein scheint, dass auch die zweite Auffassung die Lehre vom Polymorphismus nicht im Entferntesten alterirt. Die Thatsache, dass auch bei festsitzenden Hydroidstöckchen der Tubularidengruppe, insbesondere bei den Hydractiniden, ein ausgesprochener Polymorphismus auftritt, unterstützt die Auffassung Leuckart's, bei deren Annahme freilich der phylogenetische Process, durch welchen ein festsitzender Polypenstock zu einem frei beweglichen geworden ist, nicht so einfach abzuleiten sein dürfte, während der Umgestaltungsvorgang einer knospenden Meduse, wie der Sarsia prolifera, zu einer polymorphen Siphonophore erklärlicher erscheint. Indessen bereitet im letzteren Falle wiederum die vorausgesetzte Dislocation bestimmter Medusentheile bedeutende Schwierigkeiten. Auf welchem Wege können Magenrohr und Fangfaden aus dem Centrum und vom Schirmrande an die Aussenseite des Medusenschirmes gelangt sein und welchen Vortheil hätte eine solche Abänderung der Erhaltung des Organismus bringen können? Müsste nicht eine durch Dislocation von Magenrohr und Tentakel zu einem Protomonophyes umgestaltete Meduse als eine Monstrosität erscheinen, die im freien Naturleben alsbald wieder hätte unterdrückt werden müssen und gewiss nicht durch natürliche Züchtung hätte verstärkt und befestigt werden können? Zudem macht es eine andere Betrachtung unwahrscheinlich, dass die Geschlechtsform der Hydroidpolypen in ihrer vollendeten Gestaltung den Ausgangspunkt für die Entstehung der Siphonophoren gab, da dieselbe ja in ihrer onto-

[1]) C. Claus, Ueber Halistemma tergestinum, Arbeiten des zoolog. Instituts in Wien. I. 1878. Ich bedauere, dass diese Arbeit Chun unbekannt geblieben ist oder doch nur eine sehr unvollständige Beachtung fand, da es im anderen Falle Chun nicht hätte entgehen können, dass ich bereits Müllers Mikropylapparat nebst Zoospermien am Eudoxien-Ei in ganz ähnlicher Weise wie er auf das ausgetretene Richtungskörperchen zurückführte.

genetischen Entwickelung durch Hydroidstöckchen vorbereitet wird, welche demnach auch bei einer durch Dislocation bestimmter Körpertheile veränderten und zur Stammform der Siphonophoren gewordenen Meduse in deren Entwickelung hätten wiederkehren müssen. Die directe Entwickelung (ohne Generationswechsel) einzelner Hydroid-Medusen aber ist unbestritten eine später entstandene secundäre Zusammenziehung der Entwickelungsvorgänge, die wir deshalb gewiss nicht zum Ausgang der Ableitung zu nehmen berechtigt sind.

Man wird somit zu einem Entwickelungsstadium der Hydroiden als dem wahrscheinlichen Ausgang der Siphonophore hingeleitet, an welchem noch vor der Befestigung des aboralen Poles weder Stamm noch Knospen erzeugt waren, etwa zu einer Hydractiniden-ähnlichen Form, die im Verlaufe der Entwicklung keinen Fixirungsplatz fand und pelagisch flottirend sich weiter auszubilden vermochte. Stellen wir uns eine der Hydractina- oder Podocoryne-Larve ähnliche Form vor, welche an der Fixirung behindert, sich im flottirenden Zustand weiter zu ernähren und fortzubilden im Stande wäre. Wahrscheinlich dürfte durch das sich anhäufende Zellenmaterial am aboralen Pole des wachsenden polypoiden Thierleibes eine Knospungszone erzeugt werden, an welcher, ohne dass Stamm oder Stolonen gebildet würden, Polypen und Medusenknospen hervorsprossen könnten. Bliebe der orale Tentakelkranz verkümmert, so dürfte frühzeitig die eine oder andere Polypen-Knospe bei bedeutender Streckung, aber ohne von einer Mundöffnung durchbrochen zu werden, zu einem tentakelähnlichen Anhang verlängert, die Function als Fangfaden übernommen haben, während eine Medusen Knospe zu dem Geschlechtsthier geworden wäre, welches frühzeitig die Arbeit der Fortbewegung für den kleinen Thierstock besorgte und unter Reduction der Randgebilde sich früher oder später als Geschlechtsthier loslöste, um dann durch eine zweite inzwischen durch Knospung entstandene Meduse ersetzt zu werden. Man wird gewiss zu der Vorstellung berechtigt sein, dass die geschlechtsreife Meduse anfangs noch die Marginalgebilde wie Randfäden und Augenflecken besessen hat, dieselben jedoch im Verlaufe der spätern Anpassungsvorgänge gänzlich einbüsste, ähnlich wie ja auch die am Körper der Phyllirhoe haftende Mnestra die Randorgane des Medusenleibes verloren hat. Man wird sich ferner vorstellen dürfen, dass die übrigen Knospen, welche an der die Stammanlage repräsentirenden Knospungszone des Primärpolypen zur Entwickelung gelangten, die früheren wiederholten, dass die einen zu neuen, die Function des

Primärpolypen ergänzenden Magenschläuchen und Senkfäden, die anderen zu Medusen sich gestalteten, ferner, dass im Verlaufe der weiteren Veränderungen, welche die polymorphen Stöckchen erfuhren, die zuerst hervorsprossenden Medusengemmen überhaupt keine geschlechtliche Reife erlangten, sondern lediglich die Functionen der Fortbewegung und des Schutzes des Siphonophorenstöckchens besorgten, während erst die später auftretenden Medusengemmen die Anlage der Geschlechtsproducte zur Reife brachten, dafür aber die Beziehung zur Bewegung des Stockes aufgaben.

Nunmehr gestalteten sich auch die steril gebliebenen Medusen nach den Functionen der Locomotion und des Schutzes in verschiedener, allmälig nach zwei Richtungen divergirender Weise. Der erstern Arbeit entsprach am besten eine mit tiefem Schwimmsack versehene Glocke, während die Function des Schutzes am vollkommensten durch gewölbte knorpelharte Deckstücke besorgt wurde, zu welchen sich unter Rückbildung der Subumbrella und deren Gefässapparat eine zweite Gruppe von sterilen Medusengemmen umgestaltete.

Somit dürften die ältesten Siphonophoren bereits mehrfache Veränderungen durchlaufen haben, bevor sie die Gestaltung der jetzt lebenden Calycophoren ausbildeten, und durch Entwickelung eines Pneumatophors den zweiten Hauptast zur Sonderung brachten, welcher zu den mit einem Luftsacke versehenen Physophoriden, Physaliden und Discoideen führte.

Es ist gewiss sehr wahrscheinlich, dass diese Divergenz auf einem viel vorgeschrittenern Formzustand begann, als auf dem einfachen, aus einem einzigen Polypen nebst Fangfaden und Medusenleib zusammengesetzten Entwickelungsstadium, wenn dasselbe auch ontogenetisch in mehr oder minder veränderter Form überall wiederkehrt.

Bei den Formen, welche zum Hauptzweig der Calycophoren hinführten, besorgten die zuerst gebildeten Glocken, beziehungsweise deren Ersatzglocken, neben der Bewegung zugleich den Schutz für den Stamm und die Individuengruppen, welche an denselben durch kleine Intervalle getrennt, als regelmässige Gruppen zur Wiederholung gelangten. Aber an diesen Individuengruppen trat eine Arbeitstheilung für die Functionen der Medusengemmen ein, indem die ältere Knospe zum schirmenden Dache der Gruppe sich umgestaltete, während die später am Stamme sprossenden als Genital-

schwimmglocken die ursprüngliche Gestaltung des medusoiden Geschlechtsthieres bewahrten und als Genitalschwimmglocken den Individuengruppen des Stammes zugetheilt, mit diesen die Anlagen von Eudoxien metamerisch wiederholten. Nicht aus dem Grunde finden wir daher bei den Monophyiden und Diphyiden die Beweglichkeit der männlichen und weiblichen Geschlechtsthiere am vollkommensten erhalten, weil, wie Chun meint, bei der wenig ausgiebigen Locomotion vermittelst einer oder zweier Schwimmglocken das Beweglichmachen der Geschlechtsthiere als wirksames Instrument für die Verbreitung der Art nothwendig gewesen sei — auch die Diphyiden zeigen trotz der Zweizahl ihrer Schwimmglocken eine pfeilschnelle Bewegung und stehen in derselben den Polyphyiden nicht im Entferntesten nach — sondern deshalb, weil sie den ursprünglichen Zuständen der Siphonophoren und deren Medusen als Geschlechtsthieren am nächsten verwandt sind und sich von denselben am wenigsten entfernt haben. Man ist deshalb aber noch keineswegs gezwungen, die für die Diphyiden charakteristische Entwickelungsweise, nach welcher am Larvenleib zuerst die Schwimmglocke, später der Polyp und Fangfaden gebildet wird, für die ursprüngliche oder dieser zunächst stehende zu erklären. Wollte man einen solchen Schluss ziehen oder von der Annahme ausgehen, dass dieser Entwickelungsgang sich dem primären am nächsten anschliesse, so würde die von uns versuchte Auffassung überhaupt unmöglich werden, und eine abnorm gestaltete Meduse mit dislocirtem Magenschlauch und Fangfaden als Stammform der Siphonophoren zu betrachten sein. Vielmehr erscheint für die Ontogenie der Diphyiden die Annahme einer secundär eingetretenen Verschiebung in der zeitlichen Folge der Entwickelungsvorgänge um so weniger bedenklich, als wir innerhalb der Physophoridengruppe bei den nächst verwandten Gattungen eine so überraschende Verschiedenheit der sich entwickelnden Theile der Larve, beziehungsweise der Individuen des Larvenstöckchens, beobachten. Während sich in den meisten Fällen (Crystallodes, Physophora, Agalmopsis, Athorybia) am Embryonalkörper zuerst ein kappenförmiges Deckstück und später erst der Primärpolyp nebst Fangfaden bildet, fällt bei Halistemma die Knospung des Deckstückes ganz aus, und zwar differenzirt sich am Larvenleib von H. rubrum zuerst eine (wie es scheint hinfällige) Schwimmglocke, wogegen bei der kleinern von Metschnikoff als Stephanomia pictum aufgeführten Halistemmaart der Primärpolyp nebst Fangfaden zuerst entsteht und noch vor dem Auftreten einer Schwimmglocke

functionsfähig wird. In allen Fällen aber zeigt die Ontogenie der Physophoriden in dem frühzeitigen Auftreten des Luftsackes ein complicirtes von der primären Entwickelung abweichendes Verhalten.

Ohne Frage ist das Auftreten dieses hydrostatischen Apparates für den zweiten Hauptzweig des Siphonophorenstammes welcher die Physophoriden, Physaliden und Discoideen umfasst und den Calycophoren gegenüber als der der Pneumatophoren[1]) unterschieden werden könnte, von bestimmender Bedeutung gewesen. Indessen ist es höchst wahrscheinlich, dass derselbe phylogenetisch weit später entstanden ist, als man nach seiner frühzeitigen Anlage in der ontogenetischen Entwickelung erwarten sollte, und dass es sich hier um eine Zurückverlegung der Anlage dieses Organes in ein früheres Stadium handelt. Man dürfte wohl zu der Voraussetzung Anlass haben, dass es bereits Zustände mit mehreren Schwimmglocken, verlängertem Stamm und zahlreichen Individuengruppen waren, von denen die Abzweigung der Pneumatophoren ausging, wie denn in der That zwischen Hippopodius als einer mit zahlreichen Glocken behafteten Calycophore und der Physophoriden-Gattung Apolemia manche Verwandtschaftsverhältnisse bestehen. Die Frage, ob es sich beim ersten Auftreten des Pneumatophors um eine vollständige Neubildung oder um die Umgestaltung einer in den Stamm zurücktretenden Knospenanlage handelt, ist nicht direct zu entscheiden. Jedenfalls hat die letztere Ansicht das für sich, dass man bereits von einem vorhandenen Organe ausgehen kann, welches eine mit Functionswechsel verbundene Umgestaltung erfahren konnte. Da der Pneumatophor sich mittelst ectodermaler Wucherung entwickelt, welche das Entoderm vor sich herstülpend in das Innere der Stammeshöhle vorwächst, ferner in jener, ähnlich dem Knospenkern der Schwimmglocke, ein centraler zuerst mit wenig Flüssigkeit, dann sich mit Luft füllender Raum auftritt, so liegt es am nächsten, mit Metschnikoff von einer Schwimmglockenknospe auszugehen, die, wie ich früher[2]) bereits zu zeigen versuchte, in das Innere des Stammes jedoch nicht im Sinne Metschnikoff's umgestülpt,

[1]) Der Vorschlag Chun's neben den Physophoriden mit geschlossenem Luftsack, die Gattungen mit grösserem offenem Luftsack wie Rhizophysa und Physalia als Pneumatophoriden zu bezeichnen, scheint mir schon deshalb nicht durchführbar, weil auch die Physophoriden der Bedeutung des Wortes nach Pneumatophoriden sind.

[2]) Vergl. C Claus, Ueber Halistemma etc. l. c.

sondern einfach zurückgetreten ist. Nun erlangte bei einer Reihe von Pneumatophoren im Zusammenhang mit der Ausmündung [1]) des Luftraumes nach aussen, dieser Luftsack eine so überwiegende Bedeutung als hydrostatischer Apparat, dass die Schwimmglocken am obern Stammesende unterdrückt und beseitigt wurden. Diese Abzweigung führte durch Formzustände, wie Rhizophysa mit offenem Pneumatophor, aber noch mit langgestrecktem Stamm ohne Schwimmsäule und Deckstücke im Extrem zu den blasenförmigen Physaliden, während sich nach einer anderen Richtung die Stammformen der gewiss am weitesten aberranten scheibenförmigen Velelliden abzweigten.

[1]) Vergl. ferner C. Gegenbaur, Beiträge zur nähern Kenntniss der Siphonophoren 1854. C. Claus, Neue Beobachtung über die Structur und Entwickelung der Siphonophoren. Zeitschr. für wiss. Zool. Tom. XII. 1862.

Die Organisation der Chitonen der Adria.

Fortsetzung.

Von

Dr. Béla Haller

aus Ungarn.

II.

Der feinere Bau der Buccalmuskeln.

Die intensive rothe Färbung der Buccalmuskulatur der Gasteropoden ist um so auffallender, als roth gefärbte Muskeln sonst bei diesen Thieren nirgends vorkommen. Fr. Boll[1]), der diese Muskulatur bei Chiton rücksichtlich ihrer Structur gewürdigt hat, fand an den einzelnen Muskeln runde Körper, Zellen mit deutlichem Kerne, die, in Gruppen zu je drei gelegen, auf dem Muskel zerstreut lagen. Diese Zellen, die röthlich gefärbt sind, öfter auch zwei Kerne zeigten, führen kleine glänzende Partikelchen, welche, aus ihnen in die Muskel übertretend, diesen die rothe Farbe verleihen sollen. H. v. Jhering[2]) hat dann die Structur der Muskeln untersucht und kommt zu dem Resultate, dass diese Muskeln der Chitonen aus deutlich quergestreiften Fibrillen bestehen, aus Fibrillen, die man isoliren kann und wie Jhering sie zeichnet, sogar die sarcous elements deutlich wahrnehmen lassen.

Da die von Boll entdeckten, auf dem Muskel liegenden grösseren Zellen mir durchaus unverständlich waren, unterzog ich die Structur der Buccalmuskeln von Ch. siculus einem eingehenden Studium und vor Allem untersuchte ich ganz lebensfrische Gewebe in Seewasser.

Riss ich aus dem eben geöffneten Thiere einige Muskelfasern aus und untersuchte sie bei mässiger Vergrösserung, so sahen diese Fasern nicht immer glatt aus, ihre Ränder waren nicht

[1]) Fr. Boll: Beiträge zur vergl. Histologie des Molluskentypus. (Arch. f. mikrosk. Anatomie. Bd. V, Supplement. 1869.)

[2]) H. v. Jhering: Beiträge z. Kenntniss der Anatomie v. Chiton. (Morpholog. Jahrbuch. Bd. IV.)

gerade, vielmehr zeigte die Faser eine wellige Begrenzung, welche durch Einschnürungen an dem Muskel erzeugt wurde (Fig. 64). Die zwischen zwei Einschnürungen sich findenden, gleich langen Stücke waren stark erhoben, doch nie scharf abgegrenzt gegen die Einschnürung, da die letztere grössere Strecken inne hatte. An solchen welligen Muskeln sah ich die eigenartigen Zellen, die Boll entdeckt hatte. Nie sah man solche runde, mit ihrer Basis dem Muskel fest ansitzende Zellen (Fig. 64) an den Einschnürungen. Sie lagen gewöhnlich zu dritt neben einander und waren hell gelblich-roth gefärbt. Ein deutlicher, jedoch im Verhältniss zur Zelle kleiner, runder Kern, der granulirt erschien, war stets vorhanden (Fig. 66). Die Grösse dieser Gebilde variirt zwischen 0·12—0·23 mm.; man trifft unter den grösseren auch solche mit zwei und drei Kernen an. Diese Gebilde führen im Innern eigenartige Kügelchen von stärkerem Brechungsvermögen, die ungleichmässig, oft mehrere nebeneinander, liegen.

Es soll noch der Thatsache gedacht werden, dass man oft genug einzelne Muskeln antrifft, die keine wellige Contour zeigen, vielmehr bei sonst gleicher Färbung bandförmig erscheinen, und solcherweise gestalteten Muskeln gehen auch die runden Zellen ab.

Was ist aber die Bedeutung dieser kugelförmigen Zellen? Bevor ich dies beantworten möchte, will ich den Bau des Muskels selbst besprechen.

Jhering hat allerdings eine Querstreifung der Muskelbündel, die in einzelne isolirbare Fibrillen zerfallen, beschrieben, in Wirklichkeit kommt aber ein solches Verhalten nicht vor, denn beobachtet man einen Muskel bei stärkerer Vergrösserung (Imm XI. oc. 4. Reichert), so wird man auch bei ganz frischen, in Seewasser untersuchten Objecten zwar eine fibrilläre Structur erkennen, doch nie eine Querstreifung. Solche Muskeln erscheinen blass ziegelroth und bei verschiedener Einstellung wird man auch gewahr, dass die Einzelfibrillen innerhalb des Muskels zu Bündeln angeordnet erscheinen (Fig. 65). Die Fibrillen selbst sind hell, nicht immmer gleich scharf begrenzt, wie denn überhaupt die Contouren nicht so scharf hervortreten, wie etwa an Muskelbündeln von Arthropoden u. s. w. und konnten auch nie einzelne isolirte Fibrillen losgelöst werden; dies gelang auch nicht durch Maceriren.

Wenn man mit Aufmerksamkeit einige Zeit das Object betrachtet, so erkennt man an dem optischen Längsschnitte des

Muskels scharfe dünne Ränder (p), die dann etwas intensiver gefärbt erscheinen; sie zeigen sich etwa wie das Sarcolemm anderer Muskelarten. In dem Muskel selbst sieht man äusserst kleine und helle Kügelchen, die oft dicht, doch an manchen Stellen auch sehr vereinzelt und spärlich liegen. Sie nehmen in der Regel eine der Faserung entsprechende Lagerung ein, indem sie öfter perlschnurförmig aneinander liegen; daher kommt es, dass einzelne Fibrillen kurze Strecken wie quergestreift erscheinen, was denn auch v. Jhering verleitet haben mag, eine Querstreifung anzunehmen. Diese Kügelchen findet man aber auch in den zellenartigen Gebilden liegen, wie dieses schon Boll richtig beobachtet hat.

Doch bevor ich weiter auf das frische Gewebe eingehen möchte, will ich mittheilen, wie sich das Gewebe auf Zusatz von Essigsäure (5%) verhielt. Bei Zusatz der Säure sah man vor Allem die Färbung der Muskeln erblassen (Fig. 68), dann traten einzelne granulirte Kerne auf, die, abgesehen von denen der runden Zellen, sich im frischen Gewebe nicht zeigten. Nachher sah man bald einzelne Tropfen aus dem Muskel sich erheben, die gleich letztern blass gefärbt erschienen und sich schliesslich von ihm trennend, auch die hellen Kügelchen oft mitrissen. Letztere verhielten sich sonst unverändert. In dem Masse, wie diese Tropfen die Muskel verliessen, schwand der im frischen Zustande deutliche Randsaum und die Muskelfibrillen waren schärfer begrenzt, traten prägnanter hervor. Sie zeigten sich meistens geschlängelt, welches Verhalten bei dem frischen Gewebe nur sehr selten, weniger stark und nur stellenweise zu beobachten war.

Setzte ich einer Muskel nur verdünnte Essigsäure zu, so dass die eben beschriebenen Veränderungen nicht so rapid abliefen, und betrachtete das Bild bei schwächerer Vergrösserung, so war es auffallend, wie viele Kerne allmälig zum Vorschein kamen (Fig. 67).

Ich konnte bei allen sonst üblichen Macerirmethoden die sonst sichtbaren Fibrillen, wie schon erwähnt, nie isoliren und auch an den Rissstellen der Muskeln nie einen Zerfall in Fibrillen beobachten. Wir können eben diese Muskeln als solche auffassen, die aus einer innern contractilen Substanz bestehen, welche sich zwar innerlich in Längsfibrillen gruppirt, an der sich jedoch Fibrillen nie isoliren lassen, vielmehr, wie ich glaube, sich von einander nicht abschnüren, sondern mit einer oder mehreren ihrer Flächen mit einander ver-

schmolzen sind, daher die Längsfaserung eigentlich nur eine oberflächliche ist. Diese contractile innere Substanz wird dann umgeben von einer äusseren protoplasmatischen, die gelblichroth gefärbt erscheint, am optischen Längsschnitte als schmaler Saum erkennbar ist und viele Kerne trägt, die durch Einwirkung von Essigsäure zum Vorschein kommen. Dieser äusseren Substanz, der offenbar die Function der Nutrition beizulegen ist, sind die hellen Kügelchen eingelagert, auf die wir noch zu sprechen kommen.

Wir haben nun zu erörtern, welche Bedeutung den runden zellenartigen Gebilden auf dem Muskel zukommt. Ich habe schon gesagt, dass man oft einzelne Muskeln antrifft, die bandförmig sind, ihre Ränder also parallel verlaufen; in solchen Fällen trifft man die in Rede stehenden Körper nicht an[1]), vielmehr treten diese erst auf, wenn der Muskel wellig contrahirt ist und dann nur auf den Bergen, nie im Thale. Dann sahen wir, dass man auf Zusatz von Essigsäure viele Kerne auf dem Muskel zum Vorschein rufen kann.

Ich glaube mir nun die Sache so zu erklären, dass die Muskeln sich ungleichmässig contrahiren, an einzelnen Stellen stärker als an anderen, oder was dasselbe ist, die Contraction setzt sich wellenförmig fort. Durch die Verkürzung der contractilen Substanz aber wird auf die äussere protoplasmatische Substanz ein Druck ausgeübt, der also an der Stelle der stärksten Contraction grösser ist, wie an dem folgenden Abschnitte. Die äussere Substanz dem Drucke ausweichend, wird sich alsdann nach der Stelle des geringsten Druckes, sich etwas verdichtend und dem weiteren Drucke nachgebend, in Form der besprochenen zellenartigen Gebilde erheben. Dass aber diesen Erhebungen stets Kerne einlagern, könnte ich mir nur so denken, dass eben das Protoplasma den Kernen innig anliegt. Uebrigens werde ich in meiner Erklärung noch bestärkt durch die Thatsache, dass ich in einem Falle einen ganz lebensfrischen Muskel beobachtete, der sich ausdehnte, wobei die Wellen sich etwas ausglichen, so dass denn auch die runden Körper sich abplatteten. Ob sich dieses Phänomen auch bei anderen Gasteropoden zeigt, ist mir nicht bekannt.

Es wäre nun die Frage nach der Färbung der Muskeln, sowie der in ihnen sich findenden hellen Kügelchen zu erörtern.

[1]) Boll's Abbildung ist nicht naturgetreu.

Wie schon erwähnt wurde, ist die Färbung der Muskeln, resp. der äusseren Substanz derselben, eine gelblichrothe (Fig. 65), welche nicht unähnlich ist der Färbung rother Blutkörperchen der Wirbelthiere. Diese röthliche Färbung zeigt eine eigenthümliche Veränderung, wenn der Muskel längere Zeit aus dem Thiere genommen wurde; dann sieht man unter dem Mikroskope die Färbung nicht mehr gelblichroth, sondern grünlichgelb, wie dies schon Boll beobachtet hatte. Die Färbung kann, wie wir schon gesehen haben, durch Einwirkung von Essigsäure erblassen und Alkohol extrahirt den Farbstoff.

Die chemische Untersuchung wird zu zeigen haben, ob wir etwa Hämoglobin in dem Farbstoffe dieser Muskeln vor uns haben.

Was die hellen Kügelchen anbelangt, so glaube ich, dass sie aus der Hämolymphe stammen (s. Hämolymphe Th. I.) und eventuell die ursprünglichen Träger des Farbstoffes oder wenigstens der Substanzen waren, aus denen er sich gebildet hat.

Jedenfalls wird die physiologische Forschung diese Fragen der Erörterung werth halten müssen!

Die Mundhöhle.

Unter Mundhöhle wollen wir jenen Abschnitt des Vorderdarmes bezeichnen, welcher sich von den Lippen bis zu der Stelle erstreckt, wo der Darmboden sich in die Scheide der Radula ausstülpt. Bis zu dieser Stelle ist das Epithel ectodermalen Ursprunges, was wir ja schon daraus schliessen können, dass Sinneszellen sich bis zur Ausstülpung der Radulascheide im Boden der Mundhöhle finden.

Sinnesorgane, wenn wir von den Flemming'schen Pinselzellen, die sich im Kopflappen und den Lippen vorfinden, absehen wollen, beschränken sich bei den Chitonen überhaupt nur auf die Mundhöhle. Die allen Mollusken zukommenden Otocysten fehlen den Chitonen und selbst die im Larvenleben vorhandenen, und als rudimentäre Augen gedeuteten Pigmentflecke finden sich bei dem ausgebildeten Thiere nicht mehr. Ob wir freilich im letzteren Falle Rückbildungen vor uns haben, oder ob bei diesen Formen die Augen noch gar nicht zur Ausbildung gekommen sind, vielmehr dieselben erst bei Patellen als primitive, an embryonale Verhältnisse erinnernde Gebilde [1])

[1]) P. Fraisse, Ueber Molluskenaugen von embryonalem Typus. (Zeitschr. f. wiss. Zoolog. Tom. 35, Jg. 1881.) Fraisse's Befund, dass die Nerven den Augen der Patellen fehlen sollen, möchte ich doch berichtigen, denn wenn ich auch keine Schnitte bis zur Zeit anfertigen konnte, habe ich den Augennerven an dem Cerebralganglion immer aufgefunden.

auftreten, wird wohl die Zukunft zu entscheiden haben. Anderseits aber fehlen den Chitonen die von J. W. Spengel beschriebenen Geruchsorgane unter den Kiemen und ebenso die von mir aufgefundenen, den Seitenorganen der Fische im Wesen gleichgebauten Organe, die bei Zeugobranchiern und Trochiden unter dem Mantelrande in wechselnder Zahl sich vorfinden.[1])

Doch um auf unser Thema zurückzukommen, will ich mit dem Epithel der Lippen beginnen.

Führt man Querschnitte durch die Lippen, so wird man alsbald die hohen, mit einer mässigen Cuticula überdeckten Cylinderepithelien erkennen. Ihre Höhe beträgt 0·57 mm. Den einzelnen Zellen sitzt am basalen Ende, doch nicht zu tief, ein länglicher granulirter Kern an und die Zellen selbst zeigen, wenn sie isolirt wurden, ein gefranstes Ende. Sie flimmern nicht und dem Zelleibe sind oberhalb des Kernes grünlichgelbe Pigmentkügelchen eingelagert. An Schnitten wird man auch erkennen, dass die Kerne nicht immer in gleicher Höhe liegen.

Isolirt[2]) man vorsichtig die Epithelien, so wird man zwischen den indifferenten Zellen auch helle pigmentlose antreffen. Diese sind Flemming'sche Pinselzellen und zeigen im Wesentlichen dieselbe Form, wie sie ihr Entdecker für die Pulmonaten angibt.[3]) Am basalen Ende (Fig. 54) sind sie schmal, wo auch in allen Fällen der längliche, granulirte Kern liegt; hier tritt auch die Nervenfaser in die Zelle und erscheint manchmal an frisch isolirten Zellen noch bandförmig und hell, doch tritt die durch Gerinnung verursachte Varicosität alsbald ein. Wie sich jedoch der Nerv in der Zelle selbst verhielt, ob er direct an den Kern trat oder sich ohne erkennbare Grenzen mit dem Zellkörper

[1]) Ich werde in einer nächsten Publikation darüber ausführlicher berichten.

[2]) Ich hatte stets in einer Mischung von Essigsäure und Glycerin, verdünnt mit Aqu. dest., macerirt und kann dieses Gemisch allen Fachgenossen auf das Wärmste empfehlen, da es den Vortheil über andere Macerirflüssigkeiten hat, schnell zu isoliren ($^3/_4$—1 Stunde) wobei, bei gelungener Mischung, die Zellen ihre Form schöner bewahren, wie in verdünnten chromsauren Ammoniak u. s. w. Gewöhnlich bediente ich mich für das Epithel eines Gemisches von Glycerin, Essigsäure und Aqu. destill. wie 1 : 2·5 : 0·5, doch wird man selbstverständlich in jedem einzelnen Falle selbst zu ermitteln haben, welches Verhältniss für ein vorliegendes Gewebe am passendsten sein wird. Auch Ganglienzellen liessen sich auf diese Weise sehr schön und rasch isoliren.

[3]) Walther Flemming, Die haartragenden Sinneszellen in der Oberhaut der Mollusken (Archiv f. mikrosk. Anatomie, 1869); und Untersuchungen ü. Sinnesepithelien der Mollusken (ebenda, 1870).

vereinte, diese interessante Frage konnte allerdings bei der Zartheit des Objectes nicht festgestellt werden. Stets tritt nur eine Nervenfaser in die Zelle. Distalwärts behält die Zelle eine Strecke ihre frühere Breite, doch erweitert sie sich dann allmälig, um sich dann am Ende wieder etwas einzuschnüren. Hier liegt das eigenthümliche Köpfchen auf, dem die Sinnesborsten aufsitzen. Letztere sind mässig lang und in grösserer Zahl vorhanden.

Hinter den Lippen finden wir am Boden der Mundhöhle eine wulstförmige Erhabenheit (Fig. 50 gw.), die sowohl nach vorne wie nach hinten etwas abgegrenzt erscheint. Ein Querschnitt aus dieser Gegend (Fig. 61) zeigt das Epithel des Daches sowohl als der lateralen Wände zwar etwas niedriger wie jenes der Lippen, doch im Allgemeinen von denselben Zellen gebildet, wenn freilich mir nicht gelungen ist, auch hier Pinselzellen aufzufinden. Die Zellen sind pigmentirt und flimmerlos.

Am Boden der Mundhöhle (b) erhebt sich das Epithel allmälig, erreicht so eine beträchtlichere Höhe, verliert dabei die Cuticula und flimmert energisch. Auch die Pigmentirung dieser Zellen fehlt, wesshalb der Boden dieser Stelle sich lateralwärts gegen die Wände zu schärfer abhebt. Diese hohen Zellen bilden den eben erwähnten Wulst hinter den Lippen und zwischen ihnen finden sich, wenn auch nur in geringer Zahl, die Geschmacksbecher (gb)

Wir wollen diesen unpaaren Querwall den Geschmackswall nennen.

Ich konnte an Serienschnitten nie mehr als vier bis fünf solcher Sinnesorgane auffinden. Dort, wo sie sich fanden, erhoben sich um ihnen die indifferenten Zellen mehr oder weniger wallförmig (Fig. 62), so dass die Becher etwas vertieft lagen. Doch kann auf dieses Verhalten weiter kein grösseres Gewicht gelegt werden, da die Vertiefung oft sehr gering ist. Die Form der Becher selbst ist denen der Wirbelthiere nicht ganz ähnlich und auch nicht jenen der Prosobranchier, vielmehr ist die Zahl der sie bildenden Zellen eine grössere, wodurch eine bedeutendere Sinnesfläche sich bildet. Isolirt man die Zellen dieser Organe, so wird man die bereits bekannten zwei Elemente antreffen: Sinneszellen und Stützzellen (Fig. 63). Erstere sind lange schmale Gebilde mit einem länglichen granulirten Kern, welcher in den meisten Fällen inmitten des langen Zelleibes liegt, ihn etwas vorwölbend; doch kann er auch etwas tiefer liegen. Der untere Abschnitt der Zelle geht in die Nervenfaser über und das distale Ende trägt den

deutlichen hellen Sinneskegel, der spitz ausläuft und ähnlich denen der Vertebraten etwas nach rechts gekrümmt erscheint. Ueber dem Sinnesorgan liegt keine Cuticula, welche die Sinneskegel durchsetzen müssten.

Neben und zwischen den Sinneszellen, oft eine solche umlagernd, finden sich die Stützzellen. Diese sind überall gleich breit (Fig. 63) und hell, mit einer gefransten Basis. Der Kern, welcher ganz ähnlich wie jener der Sinneszellen ist, liegt gewöhnlich nach unten in der Zelle, doch nicht immer in gleicher Höhe.

Wir werden anderwärts auf die Geschmacksbecher der Gasteropoden noch eingehender zu sprechen kommen und hier genügt für Chiton ihr Vorhandensein festgestellt zu haben.

Hinter dem Geschmackswalle ist das Epithel des Bodens der Mundhöhle überall gleichförmig und erscheint an Flächenpräparaten oft in viele Längsfalten gelegt, manchmal jedoch auch ganz glatt. Dies Epithel ist überall bis zu der Stelle, wo das Subradularorgan liegt, ein hohes, einschichtig cylindrisches, mit grünen Pigmentkügelchen, ähnlich denen der Lippe, durchsetzt. Die Kerne der Zellen liegen ziemlich in gleicher Höhe (Fig. 60 b), nur vereinzelt findet man Zellen mit einem hochgelegenem Kerne; doch sind diese sonst den andern gleich. Dieses Epithel des Mundbodens, welches von einer dünnen Cuticula überdeckt wird, flimmert überall. Andere Zellen, als die eben beschriebenen, kommen hier nicht vor und die in dem Epithel der Mundhöhle der Prosobranchier so zahlreich vorhandenen Becherzellen fehlen den Chitonen.[1])

Bevor wir jedoch den hintern Abschnitt des Mundbodens besprechen möchten, wollen wir zuvor in der vordern Gegend auch die Wände und das Dach erledigen.

Schon an ganzen Präparaten erkennt man jederseits einen breiten Längswulst, der von vorne nach hinten und innen reicht (Fig. 50 lw), um am hintern Abschnitte der Mundhöhle in je einen höhern Wall sich fortzusetzen, welcher sich dann nach innen wendend, hinter dem Subradularorgan sich hufeisenförmig mit dem der andern Seite vereint (f). Doch wollen wir den vordern breiten, wenig hohen Abschnitt des Walles jederseits, von dem hintern gesondert betrachten, da, wie es sich ergeben wird, wir es mit histologisch verschiedenen Gebilden zu thun haben.

Der vordere Wall (lw) wird bedingt durch das Vorhandensein eines höhern Epithels und ist im Gegensatze zum

[1]) Ueberhaupt fehlen sie hier in der ganzen äusseren Haut und auch das Verdauungsrohr weist nur in spärlicher Zahl im Enddarme welche auf.

hintern Walle (f.) keine faltenförmige Erhebung des sonst hohen Epithels. Sie bildet weiter nach hinten die ganze laterale Wand (Fig. 60 bd) und ihr hohes Epithel ist gegen jenes des Mundbodens sehr abstechend. Es erhebt sich allmälig von dieser, hat eine wellige Oberfläche und ermangelt sowohl der Cuticula als der Flimmern und Pigmente. Es wird dann nach oben (Fig. 60 links) allmälig wieder niedriger, um in das Epithel des Munddaches überzugehen. Das Dach (d) trägt ein kubisches, sehr niedriges Epithel, welches bereits etwas hinter der Gegend des Geschmackswalles diesen Charakter angenommen hat. Diese kubischen Zellen sind sehr hell, führen weder Pigment noch Flimmern und auch eine Cuticula fehlt. So verhält sich das Dach überall und ist die Grenze der Mundhöhle nach oben dadurch gegeben, dass das Epithel des Oesophagus gleich vom Anfang an ein höheres cylindrisches Flimmerepithel ist. Diese Stelle liegt gerade über der Stelle, wo die Scheide der Radula sich ausstülpt, so dass die untere Grenze der Mundhöhle mit der obern in derselben Senkrechten liegt.

Um aber auf die lateralen Mundwände zurückzukommen, wollen wir erstens ihr Verhältniss zu den Buccaldrüsen und dann ihre histologische Zusammensetzung besprechen.

Ich habe schon früher erwähnt, dass den Chitonen ein Paar Buccaldrüsen zukommen und es wird uns nur wenig wundern, dass sie so wenig entwickelt sind, denn die Mächtigkeit der Buccaldrüsen varirt ja auch unter den Prosobranchiern sehr beträchtlich. An Serienschnitten über das Mundepithel trifft man die Drüsen mehr oder weniger gut erhalten an und Figur 60 zeigt uns solch ein Bild, wo die rechte Drüse an ihrer Mündung getroffen ist.[1]) Doch ereignet es sich öfter, dass beim Erhärten des Objectes eine oder die andere der Drüsen mit ihrer vollen Mächtigkeit nach unten sich der Mundhöhlenwand anschliesst, ja oft bis unter den Boden reicht.

Diese Drüsen sind einfache Aussackungen der Mundhöhlenwand mit engerem Mündungsstück, wobei allerdings der Drüsenkörper oft noch Nebenaustülpungen erfährt, wodurch sie äusserlich aus mehreren Lappen bestehend erscheint. Diese Drüse mündet jederseits etwas nach vorne in der lateralen Mundwand (Fig. 50); am besten vergegenwärtigt ihr Verhalten der Querschnitt auf Figur 60.

[1]) Siehe auch I. Th., Fig. 15.

Ihre Epithelien sind ganz die gleichen wie jene der lateralen Mundwand, sie sind, wie schon früher von den letzten erwähnt wurde, sehr hoch und zeigen auf dem Querschnitte eine wellige obere Begrenzung. Die Kerne liegen ungleich hoch, wodurch das Epithel bei schwächerer Vergrösserung wie mehrschichtig erscheint.

Es ist sehr schwer gute Präparate aus der Drüse und drüsigen Mundwand zu erhalten, denn die Zellen schrumpfen sehr stark und nur in den seltensten Fällen gelingt es, sie gut zu conserviren. Wenn jedoch dies einmal gelungen ist, so erkennt man die Zellen als hohe schmale Gebilde (Fig. 56), denen ein runder Kern eingelagert ist, welcher keine Kernkörperchen erkennen lässt. Die Zellen sind membranlos, ihr Körper erscheint hell und fein granulirt. Er wird durch Carmin nicht tingirt. Der Kern liegt in den einzelnen Zellen sehr ungleich hoch, manchmal basal, dann in der Zellenmitte u. s. w. Kerne die sehr hoch liegen, erweisen sich jedoch als jugendlichen Zellen angehörig. Solche Zellen sind basalwärts zugespitzt, kurz und erreichen nicht die Grenzmembran, vielmehr sind sie zwischen den anderen Zellen eingekeilt. Die ihr nächstanliegende Zelle erreicht dann nie das Lumen der Drüse, sondern endet verjüngt neben der vorigen. So erscheinen solche zwei Zellen als durch Theilung aus den bandförmig langen hervorgegangen und die Epithelschicht immerhin einschichtig.

Die Buccaldrüse besitzt eine ziemlich starke Membrana propria.

Oft konnte ich beobachten, dass die Drüsenzellen der Lateralwand, wo sie an das Bodenepithel stiessen, nicht scharf von ihnen abgegrenzt waren, vielmehr die Zellen der einen Art mit denen der Anderen anfangs abwechselten und dann nach oben zu die Drüsenzellen, schliesslich die Pigmentepithelien gänzlich verdrängten.

Es wurde schon erwähnt, dass der Zelleib dieser Drüsenzellen mit Carmin sich nicht tingirt; ihr Secret, das sich als schleimartige Masse in der Mundhöhle immer vorfindet, tingirt sich jedoch sehr intensiv.

Die Muskulatur des Munddarmes ist eine vorwiegend kreisförmige; hinter den Lippen überall gleich mächtig (Fig. 61), ist sie an den Stellen, wo sich das Munddach verdünnt, am Mundboden am mächtigsten (Fig. 60). Gegen die laterale Wand hin wird sie dünner, gibt eine sehr zarte Schichte auch an die Buccaldrüsen und wird am Dache am dünnsten. Verstärkt wird die Kreisschicht durch Längsfasern. Es sind hinter den Lippen sehr zahlreiche Muskelbündel die sich weiter nach hinten ausschliesslich auf den Boden

beschränken (Fig. 60 *m*), welche den Munddarm an die Körperwand und den Boden befestigen. In der Kreisschicht sind ihre Endfasern zerstreut aufzufinden.

In der Muskulatur findet man, hauptsächlich an den Lippen und unter dem Geschmackswulst (Fig. 62) Ganglienzellen eingestreut. Doch möge in Bezug auf dieses Verhalten weiter nach unten verwiesen werden.

Die Muskelfasern der eben besprochenen Muskeln sind denen der Buccalmuskulatur nicht gleich gebaut, vielmehr zeigen sie den Charakter der allgemeinen Körpermuskulatur.

Ich möchte hier noch, bevor ich weiter gehe, die Nerven, die den Munddarm versorgen, kurz recapituliren. Die Lippen und der Geschmackswulst werden von Nerven versorgt, die direkt aus dem obern Schlundring entspringen (erste Studie S. 5), während die Buccaldrüsen und die laterale Mundwand ihre Nerven von den vordern Eingeweideganglien erhalten.

Wir kommen auf ein eigenartiges Sinnesorgan zu sprechen, von welchem ich bereits früher kurz mitgetheilt [1]) habe und welches wir, in Unkenntniss seiner physiologischen Bedeutung, seiner Lage nach Subradularorgan nennen wollen. Middendorff bereits soll dieses Organ seiner Lage nach gekannt haben und H. v. Jhering, der die Ganglien desselben unter der Bezeichnung „Subradularganglien" beschrieben hat [2]), ist geneigt in dem fraglichen Organe eine „Zunge" zu erkennen, welche ähnlich den Buccalknorpeln aus Knorpelgewebe bestehen soll.

Dieses Sinnesorgan liegt wie der Name schon sagt, unterhalb der Radula, auf dem Boden der Mundhöhle (Fig. 50 F). Hinter ihm schliessen die zwei hintern Wülste hufeisenförmig zusammen. Die Lage des Organes ist nicht horizontal, sondern von der Radula aus etwas schief nach unten und vorn. Ihre oberflächliche Gestalt ist für alle von mir untersuchten Chitonen dieselbe und ist mit zwei Bohnen vergleichbar die mit ihren innern

[1]) Zoolog. Anzeiger, Märzheft 1881 und I. Th.

[2]) Ich habe in meiner vorläufigen Mittheilung über diese Ganglien nicht weiter berichtet und in der Beschreibung des Nervensystemes (s. erste Studie) nenne ich sie „die Ganglien des Subradularorganes." Es ist mir nun unverständlich, wie H. Simroth mich missverstanden haben mag, indem er angibt, dass ich diese Ganglien „Geschmacksganglien" genannt hätte! s. H. Simroth: „Das Nervensystem und Bewegung der deutschen Binnenschnecken." Programm der Realschule II. Ordnung zu Leipzig. Semester 1881/82. S. 14.

Rändern fest aneinander liegen. Die obere Fläche der beiderseitigen Hälften dieses Organes ist nicht rund sondern platt (Fig. 51, 52). Wir können es seiner Gestalt nach als eine Vorwölbung des Mundbodenepitheles auffassen, welche Vorwölbung von ihrer concaven Seite betrachtet mit einer langen etwas weniger breiten Schaale vergleichbar ist.

Führt man einen Querschnitt durch das hintere Ende des Organes, so wird man einen geschlossenen etwas zusammengedrückten Ring vor sich haben, dessen vordere Wand ähnlich ist wie auf Fig. 51, während die hintere unregelmässig, oft sogar in Falten gelegt erscheint. Dieser Ring trägt nach aussen ein sehr hohes einschichtiges Epithel. Einige Schnitte weiter nach vorne (Fig. 51) zeigen das Organ, wie seiner Gestalt nach selbstverständlich ist, nicht mehr geschlossen, vielmehr ist von dem Ringe nur die vordere Wand (s) geblieben, welche der Fläche des Organes entspricht und welches wir seiner Bedeutung nach die Sinneswand nennen wollen. Diese Wand, gebildet von einem sehr hohen Epithel, wölbt sich seitlich etwas ein, um dann sich in das niedrige Epithel der Seitenwände fortzusetzen. Sie zeigt in ihrer Mitte eine Rinne, welche dadurch zu Stande kommt, dass ein niedrigeres Epithel sich jederseits in ein höheres fortsetzt. Bei manchen Individuen oft derselben Art trifft es sich jedoch, dass zwei Rinnen fest nebeneinander gelagert verlaufen. Aber auch in diesem Falle vereinigen sich diese beiden Rinnen am vordern Ende der Sinneswand zu einer und nehmen hier die Mündung einer unpaaren Drüse auf. Die Rinne selbst halbirt das Organ in zwei bilateral symmetrische Hälften (Fig. 50). In der hintern, obern Hälfte des Organes liegen ihre beiden bereits in der Beschreibung des Nervensystemes besprochenen Ganglien. Sie haben eine etwas spindelförmige Gestalt (Fig. 51 G) und sind miteinander durch eine, relativ dicke und kurze, vom Ganglienkörper nicht abgesetzte Commissur verbunden (c'). Was den Bau dieser Ganglien betrifft, so soll hier einstweilen kurz mitgetheilt werden, dass die relativ, wie auch absolut kleinen Ganglienzellen sich randständig lagern (s. Abd.), mehrschichtig hinten und in grösserer Zahl wie vorne. Die innere Hauptmasse des Ganglions wird gebildet von einem äusserst dichten Netzwerke von Nervenfasern, ähnlich wie etwa in der Grosshirnrinde der Säuger. Diesem Netzwerke, das seinen Ursprung den Fortsätzen der Randzellen verdankt, liegen eingestreut multipolare kleinere Ganglienzellen, die mit ihren Fortsätzen sich in

das Netzwerk auflösen. Aus diesem Netzwerke[1]) sowohl, wie direkt aus randständigen Ganglienzellen, sammeln sich die relativ starken Nervenstämme (auch die Commissuren), welche (r) sich nach vorne, oben und unten an die Sinneswand begeben um sich dort vielfach zu verästeln und in Endganglienzellen überzugehen, auf welche wir noch zu sprechen kommen. Das Neurilemm um das Ganglion herum ist dick und sendet einzelne kurze Faserbündel in das Nervengewebe.

Lateralwärts biegt die Sinneswand, wie schon erwähnt wurde, in ein allmählig niedriger werdendes Epithel über, das gleich dem der Sinneswand pigmentirt erscheint, doch, soviel mir bekannt ist, nicht flimmert. Diese Seitenflächen des Organes zeigen jederseits zwei Abschnitte. Die obere an die Sinneswand grenzende (e. Figg. 51, 52) trägt ein pigmentirtes gleichförmiges Epithel mit mässiger Cuticula. Oft erscheint er in Falten gelegt, welche jedoch vergängliche sind. Anders verhält es sich mit dem nun folgenden Abschnitte (e'). Hier sind die Zellen nicht gleichförmig, vielmehr findet man zwischen den pigmentirten auch solche, die hell sind. Das Epithel bildet hier constante Rinnen und zwar kommen diese auf die Weise zu Stande, dass in der hintern Hälfte des Organes zwischen mehreren höheren Zellen einige niedrige sich lagern. Diese selbst in der Rinne gelegenen Zellen sind stets hell. Mehr nach unten, in der Gegend, wo die Drüse auf der Sinneswand mündet (Fig. 52), ist die Art und Weise der Rinnenbildung eine andere. Das Subepithelialgewebe oder die Grenzmembran erhebt sich nämlich faltenförmig, wobei ihre zwei Lamellen untereinander verwachsen und die so gebildeten Rinnen, die oft sehr tief sein können, werden überkleidet von einem niedrigen, hellen Epithel. Die Zellen dieser Rinnen oben wie auf der untern Hälfte entbehren einer Cuticula.

Der untere Abschnitt der lateralen Wände grenzt an den hintern Wall (Fig. 52 f), welcher ein überall gleichförmiges wenig pigmentirtes, cylindrisches hohes Flimmerepithel trägt, das eine deut-

[1]) Ich will mich hier auf diese histologisch so interessanten Verhältnisse nicht weiter einlassen, sondern kurz erwähnen, dass der Bau, wie ich ihn eben geschildert, dem ganzen Nervensysteme des Chiton eigen ist. Eben solche Verhältnisse finden sich bei Zeugobranchien und Trochiden wieder, warum ich mich entschlossen habe, den feinern Bau des Nervensystemes sowohl dieser Thiere, wie der Placophoren in einem einheitlichen Zusammenhange zu behandeln Da nun meine diesbezüglichen Untersuchungen abgeschlossen sind und nur der Ausarbeitung bedürfen, hoffe ich in Bälde mein Versprechen halten zu können.

liche Cuticula besitzt, eine Zellenhöhe von 1·81 mm. aufweist; sie ist dadurch characteristisch, dass die Kerne in gleicher Höhe im obern Drittel des Zellenkörpers liegen.

Nach unten begrenzt all' die bis jetzt besprochenen Epithelien, sowohl der Sinneswand wie der Seitenwände und der hintern Walle eine deutliche Membrana basilaris, welche an der Mündung der Drüse sich zuvor verschmälernd zu dessen Tunica propria umschlägt.

Die Grösse dieser Drüse variirt bei den einzelnen Individuen; oft findet man sie auf dem Querschnitte sehr gross und dann füllt sie als weiter vielfach gefalteter Sack den ganzen Raum hinter der Sinneswand und zwischen den Wänden des Organes aus. Sie ist eine wenig gelappte, acinöse Drüse mit einem weitern histologisch von ihr nicht differirendem Ausführungsgange (Fig. 52 D).

Auf Figur 52 stellte ich die Drüse im Querschnitte mit der Camera lucida so dar, wie sie sich in den meisten Fällen zeigt. Das Epithel ist anfangs bei der Mündung hoch und ist dem Epithel der Sinneswand gegenüber scharf abgegrenzt; dann wird es immer niedriger, um eine Höhe von 0·09—0·45 mm in den einzelnen Lappen zu bewahren. Wo das Epithel höher ist, erscheinen die Zellen cylindrisch (Fig. 57), während sie nach unten in dem Grade des Niedrigerwerdens sich verbreitern, doch nie ganz kubisch erscheinen. Die Zellen sind membranlose helle, fein granulirte Gebilde mit einem grossen, ovalen, granulirten Kern, welcher verschieden hoch liegt; daher denn dies einschichtige Epithel an dicken Schnitten eine Mehrschichtigkeit leicht vortäuschen könnte. Oft erscheint der Zelleib nicht granulirt sondern ganz hell. Ich möchte dieses Verhalten mit dem verschiedenen Zustande ihrer secernirenden Thätigkeit zusammenbringen, doch habe ich allerdings nur todte Gewebe vor mir gehabt und möchte mich darum nicht weiter darauf einlassen.

Die Muskulatur, wie wir dies an den vorhergehenden Abschnitten der Mundhöhle erkannt haben und wo sie vorwiegend eine Kreisschicht war, fehlt an dem Sinnesorgan sowohl wie an dem hintern Walle und nur die Befestigungsmuskeln sind stark entwickelt. Hauptsächlich tritt jederseits ein starker Muskel (Figg. 51, 52 m') hinter der jederseitigen Commissur der Ganglien und ihnen theilweise angelagert bis zu letztern. Hier zerfällt er in mehrere Bündel, welche über und unter dem Ganglion gelegen, bis unter die Sinnesscheibe treten um sich hier vielfach zu theilen und ein lockeres Filzwerk mit den dazwischen liegenden Nerven-

stämmen und ihren Aesten zu bilden. Oft liegt ein Bündel des Muskels fest auf dem Ganglion und liegt dann meistens in einer Incisur desselben so, dass er am Querschnitte mitgetroffen wird (Fig. 51). Ein anderer äusserer Muskel steigt an dem untern Abschnitte der Lateralwand auf. Der hintere Wall erhält stets einen starken Befestigungsmuskel, der an die Membrana basilaris sich festsetzt. Dieser Muskel kann den Wall im Leben offenbar verflachen, doch ihm zugleich als Unterlage dienen und das völlige Ausgleichen desselben verhindern.

Der Nerv für den hintern Wall tritt von der jederseitigen Commissur der Subradularganglien in den Wall ab [1]).

Das Uebrige über die Gestaltungen der Schleimhaut in der Mundhöhle wird der Leser den beigegebenen Abbildungen selbst entnehmen und ich wende mich nunmehr zum Hauptsächlichsten an dem Sinnesorgane: zur Besprechung ihrer Epithelien und ihrem Verhalten zum Nervengewebe.

Die Höhe des Epithels der Sinneswand beträgt 0·90 mm. Obgleich dieses Epithel an Schnitten, die sehr selten dünn genug ausfallen um sich über die histologischen Verhältnisse orientiren zu können, wegen der verschieden hohen Lage der Zellkerne mehrschichtig erscheint, so ist das doch nur ein Scheinbild. An Querschnitten erkennt man schon bei mässiger Vergrösserung eine feine Cuticula über den Zellen hinweg ziehen, welche durchsetzt wird von niedrigen Wimpern. Nach innen liegen die Zellen auf einer sehr feinen Membrana basilaris auf.

Sollte aber auch der Schnitt fein genug ausfallen, so ist damit doch das Nöthige nicht erreicht, denn erstens schrumpfen diese Zellen viel zu sehr, um an gehärteten Objecten studirt werden zu können, dann aber erhalten sich die Sinnesborsten nur in sehr seltenen Fällen. Es ist hier nur durch sorgfältiges Isoliren der Zweck zu erreichen, was gerade in diesem Falle oft schwierig genug ist, und viel Zeit und Geduld erfordert. Liegt das Epithel zu lange in der schon angegebenen Flüssigkeit, so geht die Cuticula verloren, wobei sie sich nicht abhebt, vielmehr glaube ich, dass sie durch die Säure zerstört wird. In solchen Fällen erhalten wir die Zellen isolirt und erkennen drei Arten von Zellen. Die erste Art sind indifferente Flimmerzellen mit einem grünlich

[1]) Erste Studie: Nervensystem. Damit ist noch immerhin nicht gesagt, dass der hintere Wulst bei der Perception des Organes auch im Geringsten betheiligt sein sollte, vielmehr glaube ich, dass alle Flimmerzellen und Becherzellen, wo solche vorkommen, ihre Nerven haben.

gelben Pigmente, dessen Körner sich immer nur im obern Drittel der Zellen finden [1]) und nie den Kern erreichen. Diese liegen ziemlich verschieden hoch in dem Zellkörper, doch nie an den Enden der Zellen; sie sind etwas oval, granulirt und ohne Kernkörperchen.

Eine andere Zellenart sind lange helle Gebilde, denen Pigmente stets fehlen (Fig. 53c). Am basalen Ende verbreitert sich die Zelle fast wie plötzlich und gibt so dem grossen runden Kerne Platz. Die runde Form des Kernes und der Umstand, dass er stets am basalen Ende der Zelle liegt, sind für diese Zellenart sehr characteristisch. Die Kerne sind schon an Querschnitten sehr auffallend (Fig. 55), wo sie dann in nächster Nähe der Membrana basilaris liegen. Der Zellkörper selbst ist, wie schon erwähnt wurde, hell und oberhalb des Kernes gleichmässig breit. An dem basalen Ende konnte ich keinen Nervenfaden entdecken. An dem terminalen Ende der Zelle sieht man öfter ein helles würfelförmiges Knöpfchen aufsitzen. Ich habe dies öfter beobachtet und in der schon erwähnten vorläufigen Mittheilung Gewicht darauf gelegt. Immerhin konnte ich mit Sicherheit dieses Gebilde bei Zellen, die noch im Zusammenhange mit den Andern und mit der Cuticula da lagen, nicht beobachten. Es wäre immerhin möglich, dass bei den gänzlich isolirten Zellen dieses Gebilde nichts anderes vorstellt als das anliegende Cuticulastück der Zelle.

Eine dritte Zellenart erkannte ich als die wirklichen Sinneszellen des Organes. Sie sind lange, fadenförmige Gebilde von hellem Aussehen und pigmentlos (Fig. 53b). Der ovale, granulirte Kern ohne Kernkörperchen liegt in der Zelle sehr verschieden hoch, doch habe ich nie Zellen gefunden, dessen Kerne unterhalb der Zellmitte gelegen wären. Nach oben nehmen die Kerne oft das terminale Ende des Zellkörpers ein, so, dass sie dann unter die Cuticula zu liegen kommen. Immer ist der Kern breiter wie der Zellkörper, so dass dieser aufgetrieben wird. Unterhalb des Kernes verlängert sich der Zellkörper als faden-

[1]) Es trifft sich freilich manchmal, dass durch das Drücken mit dem Deckgläschen der Zellkörper auseinander weicht und Pigmentkörper austreten um nachher andern Zellen sich anzulagern, doch finden sich normaler Weise keine freien Pigmentkörnchen, wie etwa in der Retina zwischen den Zellen. Ein intercelluläres Pigment dürfte immer ein Artefact sein wie bei den Becherorganen von Proteus, wo es M. Malbranc an den Stützzellen (seine Mantelzellen) beobachtet haben will (s. Von der Seitenlinie und seinen Sinnesorganen bei Amphibien. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXVI, S. 65).

förmiges Gebilde, das in dem Falle, falls die Gerinnung in der Nervenfaser noch nicht eingetreten ist, nicht varicös erscheint und ohne Grenzen in die Nervenfaser übergeht. Doch sind solche Fälle selten, man beobachtet meistens den Nervenfaden varicös verdickt. In solchen Fällen erkennt man auch, dass der Zellkörper bis etwa zur Membrana limitans reicht und nur dort der Nervenfaden beginnt (Fig. 53 a). Der oberhalb des Kernes gelegene Zellkörper wird allmählig vom Kerne aus schmäler und setzt sich unter der Cuticula, ähnlich den andern Zellen, ab. Auf ihrem Ende sitzt das Sinneshaar auf, welches, wenn freilich oft winzig klein, doch immer bei starker Vergrösserung (Imm. XI Oc. 4 Reich) zu erkennen ist. Dass sie von beträchlicherer Länge sein muss, das zeigen Bilder, wo Gruppen von Zellen, mit der Cuticula, noch neben einander liegen (Fig. 53 a). Wenn die Zellen ganz isolirt sind (b) ist die Borste ganz klein. Dieses Veringertwerden derselben ist übrigens leicht erklärlich, denn das Gewebe muss längere Zeit in der Macerationsflüssigkeit liegen, bis die Cuticula gelöst ist und die Zellen einzeln darzustellen sind. Während der Zeit aber könnten die Borsten auch durch das Reagens (Säure) leiden und möglicherweise das von H. Eisig bei Capitellen an Sinneszellen der Seitenorgane beobachtete theilweise Zerfallen in Kügelchen erfahren [1]).

Ich hatte öfter die Sinneshaare bei ganz isolirten Zellen gesehen, doch konnte ich an Schnitten von denselben mich nie überzeugen, was mich verleitete anzunehmen: die Sinneshaare lägen unter der Cuticula. Erst kürzlich, bei erneuten Untersuchungen, fand ich Zellgruppen bei einander liegen, die deutlich die Sinnesborsten erkennen liessen, wie sie die Cuticula durchsetzten (Fig. 53 a). An erhärteten Objecten leiden die Borsten und schwinden gänzlich. Nur in zwei Fällen konnte ich an einem feinen Schnitte drei Borsten entdecken. An feinen Schnitten erkennt man jedoch deutlich die Cuticula über den Sinneszellen gestreift, durchbrochen (Fig. 55), selbst wenn die Borsten fehlen.

Es wäre noch zu besprechen übrig, in welcher Ordnung die beschriebenen drei Zellenarten auf einander folgen. An Schnitten, wo diese Zellen so sehr geschrumpft sind, ist dies zu ermitteln

[1]) H. Eisig: Die Seitenorgane und becherförmigen Organe der Capitelliden. Mittheilungen a. d. zoolog. Station in Neapel. Bd. I. 1879. Ich habe diesen Zerfall bei den Seitenorganen der Prosobranchien gleichfalls, wenngleich nicht direkt, beobachten können.

nicht recht möglich, obgleich feinere Schnitte erkennen lassen, dass stets zwei Flimmerzellen aneinander liegen und auch jene Zellen mit ihrem runden Kerne fallen in die Augen.

Beim Maceriren gelingt es manchmal eine Zellengruppe beisammen zu haben, die dann ein- bis zweischichtig ist. Hier erkennt man dann (Fig. 53a), dass auf eine helle Zelle zwei Flimmerzellen folgen und hierauf drei Sinneszellen u. s. w. Eine andere Anordnung konnte ich nie auffinden. An dem Rande der Sinneswand hören rundkernige Zellen und Sinneszellen auf und nur die immer niedriger werdenden Pigmentzellen ohne Flimmern (?) bilden die Seitenwand.

Wie sich die Nerven unter der Sinnesscheibe verhalten, darüber erhält man auf Querschnitten nicht befriedigenden Aufschluss. Man sieht allerdings bei schwächerer Vergrösserung die starken Stämme aus den Ganglien treten (Fig. 51 r), sich dort vielfach verästeln, und mit den Muskeln ein lockeres Filzwerk bilden, welches unter der Membrana limitans dicht wird. Auch erkennt man bei stärkerer Vergrösserung Ganglienzellen unter der Epithelschicht. Das unter der Membrana limitans gelegene feinere Verhalten der Nerven zu erfahren machte ich mir zur Aufgabe. Ich versuchte zu vergolden, doch mit negativem Erfolge, da sich die Muskeln gleichfalls stark färbten und ausserdem an Schnitten man nur Unzusammenhängendes erkennen konnte. Zu Resultaten kam ich erst, als ich die von den Gebrüdern Hertwig[1]) für die Erforschung des Nervensystemes der Medusen und Actinien befolgte Methode anwendete, allerdings mit einiger Modification.

Ich isolirte das Subradularorgan vorsichtig aus dem frischen Thiere, präparirte die Ganglien und Seitentheile mit einer feinen Scheere ab und brachte das Object in eine Mischung von gleichen Theilen Glycerin und Essigsäure. Nachdem es so zwei bis drei Stunden gelegen war, pinselte ich die Epithelien ab und breitete das Object in Glycerin aus. So wurden die Objecte ohne Einwirkung von Osmiumsäure und Carminfärbung eingeschlossen und frisch untersucht. Solche Präparate halten sich vorzüglich und ich habe heute noch eines, das ich vor acht Monaten angefertigt habe und welches auch jetzt die Verhältnisse eben so klar zeigt wie damals.

Man erkennt an solchen Bildern (Fig. 58) zwischen dem feinen Muskelfilzwerke ein feines schönes Netz von Nervenfasern

[1]) O. und R. Hertwig: Das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen. S. 5. Leipzig 1878 und: Die Actinien, Jenaische Zeitschrift.

und Ganglienzellen. Stärkere Nervenästchen gehen in eine grössere Ganglienzelle über, die dann mehrere Fortsätze aussendet, welche sich wieder in der mannigfachsten Weise mit anderen Ganglienzellen verbinden. Die Nerven selbst zeigen weiter keine fibrilläre Structur, sondern sind etwas glänzend erscheinende Fasern. Den Ganglienzellen sind grosse Kerne mit hellem Kernkörperchen eingelagert. Der granulirte Zelleib ist nackt und führt das überall in Ganglienzellen vorkommende gelbe Pigment in Körnchenform, das jedoch nach längerem Liegen in der Flüssigkeit gelöst und extrahirt wird. Das Netzwerk selbst liegt mit dem Muskel vielfach verschlungen. Man sieht auch sehr feine Nervenfasern, die sich, wie auch die gröbern, öfter theilen; oft erscheinen sie varicös verdickt, meistens aber nur die feinern Fasern. Die Ganglienzellen sind meistens tripolar, doch sehr oft auch multipolar. Besonders findet man unter den kleinern, oberflächlichst gelegenen Zellen solche, die mit einem oder zweien ihrer Fortsätze in das Netzwerk aufgehen, während einer ihrer Fortsätze sich mehrfach theilt und frei endet. Solche Zellen halte ich hauptsächlich für jene, die bestimmt sind mit ihren sehr zarten Fortsätzen in die Sinneszellen einzutreten. Dort, wo sich am Rande des Präparates das Object in eine Falte legte und noch einige der Epithelien mehr oder weniger erhalten waren (Fig. 59), sah man an solchen Falten grössere Nervenstämme (n) sich theilen und in Ganglienzellen fortsetzen, deren Fortsätze in solche, oben erwähnten, Randganglienzellen eintraten. Hier konnte ich dann mit Sicherheit sehen, wie ich naturgetreu abbildete, wie die Fortsätze solcher Ganglienzellen in die Epithelzellen übergingen. Oefter versorgte eine Ganglienzelle zwei und mehr (?) entfernt gelegene Sinneszellen. Dieses geschieht in der Weise, dass die Nervenfaser durch eine Oeffnung an der Membrana basilaris in die Zelle tritt (Fig. 55). Solche Durchbrechungen der Membran finden sich stets nur unter den Sinneszellen.

Wie viele Sinneszellen jedoch eine Ganglienzelle versorgt, und ob hier ein Gesetz obwaltet, weiss ich nicht.

Hiermit hätte ich alles gesagt, was ich von dem Subradularorgan der Chitonen erfahren konnte, und möchte nur hinzufügen, dass auch Patella coerulea L. ein ähnliches Organ besitzt, doch bin ich über dasselbe weiter nicht orientirt. Bei den andern Gasteropoden fehlt das Organ, denn obgleich bei Zeugobranchien und Trochiden eine grössere Erhabenheit sich subradular auf dem Mundboden findet und der Lage nach dem Subradularorgan ent-

spricht, erscheint es vielfach gefaltet und führt ein hohes flimmerloses Epithel, manchmal selbst becherförmige Drüsenzellen (Trochus), nie aber Sinneszellen. Wir werden anderweitig noch darauf zu sprechen kommen; ich halte dieses Gebilde der höhern Formen für ein rückgebildetes Sinnesorgan, welches bei andern Formen (Murex, Cassidaria, Nudibranchier) gänzlich schwindet.

Ueber die Function des Organes selbst können wir freilich heute nicht viel aussagen; jedenfalls schliesst die Annahme, dass es ein Geschmacksorgen sei, die Thatsache aus, dass sich bei Chitonen Geschmacksbecher vorfinden. Ich sagte in meiner vorläufigen Mittheilung, es wird ein Organ eines sechsten Sinnes sein, was allerdings, da wir einen sechsten Sinn in den Seitenorganen kennen, auf „eines siebenten Sinnes" zu corrigiren wäre.

Kiemen.

Die Respirationsorgane der Placoploren werden meines Wissens bis jetzt nur erwähnt, ohne auf sie weiter einzugehen. Man findet Andeutungen in der allgemeinen Literatur die darauf hinzielen, dass die Kiemenreihe etwa einer Einzelkieme anderer Gasteropoden entspreche[1]). Middendorff lässt sich auch weiter auf diese Organe nicht ein obgleich er ein einzelnes Kiemenblättchen in Umrissen recht natürlich abbildet. I. W. Spengel spricht sich in seiner Arbeit[2]) dahin aus, dass er an der Oberseite der einzelnen Kiementheile gelbe Stellen erkannte, welche eventuell Geruchsorgane vorstellen; sollte dem aber so sein, dann entspräche die Kieme, im Vergleich zu den der höheren Gasteropoden, nicht einer Einzelkieme, sondern ebensovielen, als viele Sinnesorgane vorhanden wären. In diesem Falle wären die Chitonen dem Autor nach „polybranche" Thiere. Diese Sinnesorgane, welche Spengel dem äussern Aussehen nach vermuthet, fehlen aber den Chitonen gänzlich, und trotzdem sind sie polybranche Mollusken.

Andere Angaben in der Literatur kenne ich nicht. Es müsste denn sein, dass in der ältern Literatur solche vorhanden wären,

[1]) So finden wir in Claus' „Grundzüge der Zoologie" (4. Aufl. Tom. II, S. 37): „Die Duplicität der Kiemen zu beiden Seiten des Körpers erscheint indessen als Ausnahme (Placophoren, Cyclobranchier) und macht im Zusammenhang mit der Asymmetrie des Leibes einer mehr einseitigen asymmetrischen Ausbildung Platz etc."

[2]) I. W. Spengel „Das Nervensystem und Geruchsorgan der Mollusken." Zeitschr. f. wiss. Zoolog. Tom. XXXV.

welche aber, falls sie von Wesenheit wären, bis jetzt gewiss schon Berücksichtigung gefunden hätten [1]).

Die Kiemenreihe der Placophoren ist, der bilateralen Symmetrie des Körpers entsprechend, doppelt und liegt auf jeder Seite unter dem Mantelrande von demselben überdeckt (Fig. 35, 36. I. Th.). Gewöhnlich redet man von einer Kiemenrinne; diese wird begrenzt nach oben von einer Längsfalte (Fig. 70. t) welche nach aussen die Grenze kennzeichnet, bis wohin das Epithel der Kiemenrinne reicht und wo die cuticularen Bildungen des Mantels der Chitonen beginnen (Figg. 35, 36. I. Th.). Sie ist nicht eine Erhebung gebildet durch hohes Epithel, denn dieses ist normal, sondern eine Verdickung des tiefern Gewebes selbst. Nach vorne vereinigen sich die jederseitigen Längsfalten ohne sichtbare Grenzen über dem Kopfe bei allen von mir untersuchten Chitonarten; bei Ch. siculus, fascicularis und corallinus, indem sie ihre frühere Mächtigkeit beibehalten, bei Ch. laevis[2]), indem sie vorne an Mächtigkeit zunehmen. Nach hinten vereinigen sich die Falten gleichfalls.

Nach unten unterhalb der Kiemenreihe sehe ich die Grenze der Kiemenrinne durch das Aufhören des Flimmerepitheles bei Ch. siculus, fascicularis und corallinus gegeben (Fig. 36, 37, I. Th.), während bei Chiton laevis ein ganz sonderbares Epithel diese Gegend kennzeichnet. Ich will dieses Gewebe der Ch. laevis gleich hier besprechen. Man findet nämlich an Serien von Querschnitten, dass die Gegend der untern Hälfte der Kiemenrinne bis zu den Stellen, bis wohin die Kiemenreihe reicht, nicht von einfachen Flimmerepithelien überdeckt wird, wie bei andern Arten, sondern es geht das flimmernde Epithel an der Kiemenwurzel in ein hohes bis 0·72 mm messendes Epithel über (Fig. 74 o). Diese Höhe wird vom Epithel fast plötzlich erreicht. An der Stelle, wo die Körper-

[1]) Ich glaube im Englischen ist eine ältere kleine Arbeit vorhanden, der Name des Autors ist mir aber gänzlich entfallen. Diese Arbeit war mir nicht zugänglich.

[2]) Chiton laevis, Pennant; ist eine bei Triest bis jetzt noch nicht beobachtete Art; sein Vorkommen an den Dalmatinischen Küsten erwähnt Weinkauff. (Die Conchylien des Mittelmeeres. Cassel 1868.) Diese Art ist dort, wo sie vorkommt, überall selten, ich hatte vier Exemplare im Ganzen erhalten können; sie sieht dem Chiton siculus in jeder Beziehung ähnlich, ist aber kleiner und durch den schmälern Mantelrand von demselben verschieden. Auch die Dünnheit und damit bedingte Brüchigkeit der Schuppen ist sehr auffallend. Im Wiener Hofmuseum befinden sich mehrere Exemplare dieser Art. Durch die bekannte Zuvorkommenheit des Custos der betreffenden Abtheilung daselbst Herrn Dr. v. Marenzeller war es mir möglich, den Vergleich meiner Thiere mit jenen der Sicherheit halber anzustellen.

wand dem Fusse angrenzt, nimmt dieses Epithel an Höhe ab und geht in ein niedriges kubisches über (r). Letzteres grenzt nach unten wieder an ein hohes, dem obern ganz gleiches (u). Die Stelle, wo dieses letzte hohe Epithel nach unten aufhört, entspricht gerade der Stelle, wo das Flimmerepithel anderer Chitonen seinen Abschluss findet. Somit hätten wir hier in dem untern Theile der Kiemenrinne zwei continuirliche Längswülste, gebildet von einem hohen Epithel, unter der Kiemenreihe mit einander parallel verlaufen, die von einem Streifen niedern Epithels geschieden werden. Ich möchte aber noch einmal betonen, dass diese Wülste nur bis zu den Stellen vorhanden sind, wo die Kiemenreihen enden und somit an dem vorderen Körpertheil fehlen. Ferner möchte ich mittheilen, dass ich bei der Seltenheit dieser Chitonart nur zwei Exemplare erhärten konnte, von diesen mir aber das eine verunglückte. Als ich nun das letzte brauchbare Exemplar an Querschnittserien durchmusterte, entdeckte ich dieses Epithel. Mir wurde auf diese Weise die Möglichkeit genommen, erstens das Vorhandensein dieses Epitheles bei weiblichen Thieren festzustellen, ferner die Untersuchung des Gewebes an lebensfrischen Objecten vorzunehmen.

An zuvor in Chromsäure, nachher in Alkohol conservirten und mit ammoniakalischen Carmin tingirten Objecten (Fig. 73) findet man, dass dieses zarte Epithel aus schmalen, je nach der Gegend ihrer Lage verschieden hohen cylindrischen Zellen besteht. Man findet den verhältnissmässig kleinen aber runden Kern am basalen Abschnitte, doch nicht die Grenzmembran erreichend, liegen. Dieser ist granulirt, aber ohne Kernkörperchen. Der Zelleib selbst zerfällt in zwei verschiedene Theile. Als eine fein gekörnte Substanz erscheint er um den Kern herum den Zellkörper von seiner Ansatzstelle an bis mehr oder weniger hoch über den Kern bildend („Protoplasma" Kupffers). Von hieraus ist der obere Zelleib durchaus gleichmässig hell („Paraplasma" Kupffers) und sind die Zellen nach oben nicht abgestutzt, sondern etwas abgerundet. Weder der untere noch der obere Theil wird durch Carmin tingirt. Im obern Zelleibe aber findet man, oft denselben fast vollständig ausfüllend, in den meisten Fällen nur stückweise denselben durchsetzend, runde oder selbst etwas gepresste Körper, die durch Carmin schön rosa gefärbt werden. Bevor ich weiter auf diese Zellen eingehe, möge Erwähnung finden, dass sie von einer dünnen Cuticula überdeckt werden, welche den Zelloberflächen entsprechend wellig ist. Diese Cuticula ist äusserst zart gestrichelt, ähnlich der Cuticula des

Magenepithels (s. S. 25, I. Th.). Zwischen diesen eben beschriebenen Zellen findet man einzelne indifferente, sehr schmale Zellen mit einem distalwärts gelegenen Kerne und hellem, gleichmässigen Protoplasma. Oberhalb des Kernes sind Pigmentkörnchen von grünlicher Farbe eingelagert.

Wir würden nun auf die Frage, wie die sich intensiv färbenden Stellen im obern Zelleibe zu verstehen sind, zurückzukommen haben. Wir haben in diesen Zellen unzweideutig Drüsenzellen von eigenem Character vor uns und die tingirten Massen sind nichts anderes als ihr noch nicht entleertes Secret. Man findet nämlich, dass an dickern Schnitten oft Tropfen anhaften, welche sich dem Färbstoff gegenüber ganz so verhalten, wie die in der Zelle sich findenden Massen. Man findet dann auch solche Secrettropfen an dünnen Schnitten und erkennt dabei, dass sie mit spitzem Ende die Cuticula durchsetzen, und mit dem Secret im Inneren einer Zelle zusammenhängen (Fig. 73). Die Zelle wurde eben in einem Zustande fixirt, wo sie absonderte. Wir müssen uns den Sachverhalt so vorstellen, dass nur im obern nicht granulirten Zelleibe die Bildung von Secreten aus gegebenen Stoffen innerhalb desselben stattfindet, während das untere dem Kerne anliegende nur den Chemiker spielt, welcher aus dem Blute die nöthigen Substanzen in den oberen Zelleib überführt und dort den Process der Zersetzung und neuer Synthese einleitet. In unserm Falle würde sich aber das Secret nicht immer in Form von Blasen innerhalb des Zellenleibes bilden, sondern oft in grössern Portionen die Zelle durchsetzen. Ich muss in diesem Falle auch annehmen, dass durch die Reagentien das Secret selbst Veränderungen erlitten hat und auf diese Weise gehärtet in formlosen Klumpen (nicht Kugeln) den Zelleib erfüllt.[1])

[1]) In Uebereinstimmung mit Nussbaum's Befund (Beiträge zur Kenntniss des feinern Baues und der Function der Drüsenzellen, Vorl. Mittheil. Zoolog. Anzeiger, Nr. 114, Jg. 1882), dass „bei dem eigentlichen Secretact, der Ausstossung des Fermente, die Granula durch neu auftretende Kräfte oder chemische Verbindungen der Zellsubstanz gelöst werden, da man im Secret die Granula nicht mehr vorfindet", stehen meine Beobachtungen an den Leberzellen und Zellen der Zuckerdrüse der Chitonen (s. I. Th., S. 31—32, 20—23). Auch dort habe ich gesagt, dass die Granula (in den Zellen der Zückerdrüse als gelbe Kügelchen) sich oft vor meinen Augen zu mehreren zu Secretbläschen vereinigten um dann innerhalb dieses Tropfens bald zu verschwinden, sich zu lösen. In manchen Secretbläschen, wie die der Chitonniere, erhalten sich die Granula allerdings längere Zeit, und somit muss angenommen werden, dass Nussbaum's Annahme nur für gewisse Fälle Geltung hat.

Das Drüsenepithel[1]) sitzt einem lockern, dem adenoiden Gewebe höherer Thiere etwas ähnlichem Gewebe auf. Es ist ein lockeres Gewebe und findet sich in geringerer Mächtigkeit überall unter dem ectodermalen Epithel des Fusses. Die Grenzmembran (hier Muskelschichte) läuft nämlich in lange Fortsätze nach innen aus, welche als dünne Fäden mit einander theils sich vereinen, theils sich in die unterliegende Muskelschichte einsenken. Auf diese Weise kommt ein lockeres Maschenwerk mit nach unten verlängerten Maschen zu Stande, das von Blutkörperchen und Blutgerinsel erfüllt ist. Dieses Gewebe, welches, wie erwähnt, unter den Epithelien der Haut bei Chitonen sich verbreitet, jedoch nie so mächtig entwickelt ist, wie in diesem speciellen Falle, wird wohl physiologisch die Bedeutung eines Capillarnetzes haben und so dem Blute an Stellen, wo der Stoffwechsel sehr energisch ist, wie in diesem Falle, sich stärker anzusammeln gestatten.

Es würde freilich von Interesse sein zu erfahren, welche Function dem Secret dieses Drüsenepithels unter der Kiemenreihe des Chiton laevis zukomme. Wie ich schon erwähnt habe, ist es mir gar nicht bekannt, ob den weiblichen Thieren dieses Epithel eigen ist. Am wahrscheinlichsten scheint mir es doch, dass es zu den Geschlechtsproducten in Beziehung stehen dürfte.

Nach dieser Betrachtung der Kiemenrinne möge zur Beschreibung der Kiemenreihe selbst geschritten werden.

Wir können betreffs der Kiemenreihe zwei Typen bei den Placophoren unterscheiden. Der eine findet sich bei Chiton siculus, fascicularis, corallinus und Criptochiton Stelleri, während der andere bei Chiton laevis und Chitonellus[2]) zu finden ist.

Ich will zuerst mit dem ersterwähnten Typus beginnen. Wir finden die Kiemen bei Chiton siculus rechts wie links in der Zahl von 32, wobei ich nicht mit Sicherheit angeben kann, ob bei den andern Arten diese Zahl constant ist oder geringen Schwankungen unterworfen ist. Gleich hinter dem Kopflappen beginnt die Kiemenreihe und hat ihr Ende weit nach hinten jederseits unweit des Afters (Fig. 70 und Fig. 1, Th. I)[3]). Dabei ist die Länge der

[1]) Solche secernirende Flächen, mehrzellige Drüsen ohne Einstülpung, scheinen bei Mollusken sehr verbreitet. Wir finden sie in der Mundhöhle, dann in der Kiemenhöhle (Hypobranchialdrüse) vieler Gasteropoden.

[2]) Nach einer von der Ventralseite abgebildeten Chitonellus von Quoy und Gaimard (Voyage de la corvette l'Astrolabe. Mollusques. 1826—1834).

[3]) Auf der Abb. Fig. 1. Th. I ist auf die Kiemenzahl nicht geachtet worden.

Kiemen nicht überall dieselbe, sondern sind die erste und letzte die kürzesten. Vom Anfange der Kiemenreihe bis zu Ende ihres zweiten Viertels nimmt die Länge der einzelnen Kiemen zu, behält die gleiche Länge im ganzen dritten Viertel, um mit Anfang des letzten Viertels wieder abzunehmen und zum Ende der Kiemenreihe sein Minimum wieder zu erreichen. Dort, wo die letzte Kieme liegt, stösst sie an eine papillenartige Verdickung, welche noch einen Fortsatz trägt (n). Dieses Gebilde gehört der Längsleiste an, ist eine subepitheliale Verdickung und sein Epithel ist von der der nächsten Umgebung durchaus nicht verschieden.

Der zweite Typus der Kiemenreihe, den ich bei Chiton laevis beobachtete, stellt die Figur 69 dar. Die Kiemenzahl ist hier nur gering, ich zählte 14 Kiemen im Ganzen. Die Kiemenreihe liegt an der hintern Körperhälfte und erreicht so den Kopflappen nicht, wie dieses bei dem ersten Typus der Fall war. Sie beginnt etwa in der zweiten Körperhälfte und reicht nicht weiter, wie die des ersten Typus; dabei war zu Ende der Kiemenreihe jene warzenförmige Erhabenheit der Längsleiste nicht vorhanden. Es finden sich so kleine Kiemen, wie die im Anfange und zu Ende der Kiemenreihe bei Chiton siculus waren, nicht vor. Die erste Kieme ist bereits schon gross und die andern neun darauffolgenden nehmen nur wenig an Grösse zu. Die vier letzten sind die grössten und untereinander gleich mächtig. Diese letzten vier Kiemen sind aber auch um ein Geringes grösser als die grössten beim ersten Typus (vergl. die Abbildung).

Bevor ich auf die weitere Betrachtung dieser zwei verschiedenen Typen der Kiemenreihe mich einlassen möchte, will ich zuvor den Beweis liefern, dass wir in dem als „jederseitige Kieme“ bezeichneten Athmungsorgan nicht ein den Kiemen anderer Gasteropoden homologes Gebilde vor uns haben, sondern dass diese vermeintliche Kieme der Chitonen jederseits eine Kiemenreihe darstellt, deren einzelne Glieder wirkliche Einzelkiemen sind.

Hebt man eine Kieme vorsichtig mit einem Scalpell vom frisch getödteten Thiere ab und bringt sie in Seewasser unter die Präparirlupe, so wird man erkennen, dass sie keine Sackform hat, sondern aus einzelnen quergelegenen Platten besteht, die oben von einer Längsleiste zusammengehalten werden. Am Grunde, wo sich eine solche Kieme an den Körper heftet, ist sie am breitesten und

nimmt gegen ihr Ende an Breite ab, so, dass sie eine etwas zugespitzte Form erhält; ihrer Gestalt nach etwa mit einem langen Pflanzenblatte vergleichbar. Wird eine solche Kieme im Profile betrachtet, so sieht man, dass ihre Spitze nach abwärts geneigt ist und die Kieme so eine gekrümmte Form hat. In solcher Stellung liegen die oben erwähnten Platten, Fächer bildend, nebeneinander. Von oben betrachtet ist die erwähnte Längsleiste nichts anderes, als die Einzelkiemenvene, während die Platten die Kiemenblättchen darstellen. Die Kieme hat im frischen Zustande eine etwas gelbliche Färbung, bei Thieren, die sonst auch dunkelgelb sind ist sie intensiver gefärbt; wir werden dieser Färbung noch gedenken. Auf lebensfrischen Objecten erkennt man auch die lebhafte Flimmerung der Kiemenoberfläche.

Die Zahl[1]) der Kiemenblätter an den grössten Kiemen von Chiton siculus und fascicularis beträgt 23.

Führen wir mediane Längsschnitte an gut gehärteten Kiemen (Fig. 71), so finden wir aus der Hauptkiemenarterie (ka) einen Ast in die Kieme abgehen, welcher unten in der Kieme liegend, an der Spitze desselben (r) in die Einzelkiemenvene umbiegt; diese findet in der Hauptkiemenvene (kv) ihre Mündung. Das Blut tritt durch die Hauptkiemenarterie in die Kieme und aus der Arterie der Einzelkieme durch die einzelnen Kiemenblättchen in die Einzelkiemenvene zurück, die das Blut der Hauptkiemenvene zuführt. Nur in diesem physiologischen Sinne reden wir hier von Arterie und Vene, nur nach dem Kreisen des Blutes, denn wie wir sehen werden und ich schon erörtert habe (S. 58. I Th.), fehlt sowohl dem Haupt- wie dem Einzelgefässe eine besondere Wandung.

Betrachten wir senkrechte Schnitte durch einzelne Kiemenplättchen, die dünn zu erhalten allerdings viel Mühe und Geduld kostet, so orientiren wir uns am besten über den Bau dieser Blättchen und ihr Verhalten zu den Gefässen. Ich will aus diesem Grunde einen solchen Schnitt, den ich mit der Camera entworfen auf Figur 72 abbildete, genau beschreiben, mit der Vorbemerkung, dass ich bei der Schwierigkeit des Objectes und bei dem grossen Stoffe, den ich bei Chiton zu bearbeiten hatte, auf das Studium des feinern histologischen Verhaltens verzichten musste.

[1]) Leider unterliess ich es die Kiemenblätter der kleinern Kiemen ebensowohl wie die der Kiemen von Ch. laevis abzuzählen.

Wir finden an diesen Präparaten oben (A) die Vene, unten (B) die Arterie durchschnitten. Lateralwärts von den beiden Gefässen liegen die jederseitigen Theile des Kiemenblättchens. Einstweilen das Epithel der Kiemen übergehend, will ich das Gerüste der Kieme besprechen. Dieses besteht aus einer festen, doch zarten Membran, welche die allgemeine Form der Kieme bestimmt. Am Querschnitte sehen wir dieselbe die Vene von oben begrenzen. Sie hat hier eine gewölbte Form; die Vene wird auf diese Weise in ihrer ganzen Länge nach oben abgeschlossen. Lateralwärts, an der Stelle, wo die Seitentheile des Blättchens an das Gefäss stossen, spaltet sich die Membran, ihre äussere Lamelle wird jederseits zur Membran des Blättchens. Die innere Lamelle begibt sich nach unten, um mit der andern Seite convergirend, schliesslich fest aneinander zu liegen und zu verwachsen (t). Hier würden dann in Wirklichkeit vier Lamellen mit einander verwachsen sein, wie dieses nach dem Horizontalschnitte (Fig. 75) leicht zu verstehen ist. Unten an der Arterie verhält sich die Lamelle ebenso (s. Abbildung).

Die Lamelle ist an der Stelle, wo sie als laterale Wand des Gefässes erscheint, überall, wo ein Kiemenblättchen liegt, nach beiden Seiten durchbrochen, an der Vene sowohl wie an der Arterie. Unsere Abbildung (Fig. 75) vergegenwärtigt diese Durchbrechung auf der rechten Seite, während auf der linken Seite das Bild von einem folgenden Schnitte, wo die Gefässöffnung schon geschlossen ist, eingetragen wurde.

Somit repräsentirt jedes Kiemenblättchen jederseits ein etwas von vorne nach hinten comprimirtes Säckchen, die sich medianwärts aneinander stossend ihre subepithelialen Membranen (hier innere Wand) mit einander verwachsen lassen und so einander gegenüber abgeschlossen erscheinen. Diese Säcke stehen mit der Einzel-Kiemenvene und Kiemenarterie je durch zwei Oeffnungen in Communication. Das Blut strömt durch die Arterie in diese Säcke ein, wird hier den nöthigen Sauerstoff aufnehmen und ergiesst sich in die abführende Vene. Von diesem Verhalten der Blättchen macht nur das letzte eine Ausnahme. Es bildet (Fig. 71 r) einen einfachen Sack, in welchen von unten die Kiemenarterie durch eine einfache Oeffnung das Blut zuführt und ebenso eine Vene abführt.

Oberhalb der Kiemenmembran findet sich kein anderes Gewebe mehr, sondern es sitzt ihr nach aussen das Epithel direct an.

Bevor ich mich auf die Kiemengefässe einlasse, möge hier

des Epithels der Kieme gedacht werden. Es ist an den Kiemenblättchen ein niedriges, fast cubisches Cylinderepithel mit grossem ovalem Kerne und mit bis Zellenkörperlänge erreichenden Cilien, welche eine sehr lebhafte Flimmerung bewirken. Das Epithel schlägt sich zwischen je zwei Kiemenblättern medianwärts von dem einen auf den andern über (Fig. 75). An der Stelle, wo das Kiemenblättchen an die Gefässe stösst, geht das Epithel allmälig höher werdend, auf die Gefässe als Bedeckung derselben über. Doch selbst hier sind die Zellen nicht sehr hoch; sie sind gleichfalls Flimmerzellen, doch sind ihre Cilien im Gegensatze zum Epithel des Kiemenblättchens riesig lang, sie sind dreimal länger als der Zellkörper. Ein Verhalten, das ja auch den Bivalven bekanntlich zukommt.

Der Zelleib der Epithelien der Kieme im allgemeinen ist etwas gekörnt, welche Körnung von feinen gelblichen Pigmentkörnchen herrührt. Doch rührt die oft so intensive orangegelbe Färbung der Kiemen, welche Spengel zur irrthümlichen Deutung als Sinnesorgan führte, nicht von diesen intracellulären Körnchen, sondern von den gelben Kügelchen im Blute (s. S. 62, I. Th.) her. Immerhin wäre es möglich, dass zwischen den Pigmentkörnchen der Epithelien der Kieme und denen der Blutflüssigkeit ein Verhältniss existirt, welches darin bestände, dass das gelbe Pigment des Blutes in den Zelleib der Kiemenepithelien gelangt, hier seine Oxydation vollzieht, und wieder in das Blut zurückkehrt. Dieser Gedanke muss sich umsomehr aufdrängen, als ausser den Kiemenepithelien sonst nirgends im ectodermalen Epithel der von mir untersuchten Chitonen ein Pigment anzutreffen ist, es wäre denn das grünliche Pigment der Lippen.

Ich will nun auf das Verhalten der Kiemengefässe eingehen. Arterie sowohl wie Vene sind einfache Spaltungen in Muskelschichten und entbehren durchaus des Endothels. Sie öffnen sich, wie schon erwähnt wurde, mit je zwei Oeffnungen in das Kiemenblättchen. Die Muskulatur der Kiemenvene (Fig. 72 A) besteht aus einer sehr dicken Lage von Kreismuskeln, der Längsfasern eingestreut sind. Diese Kreismuskulatur ist oben am stärksten und wird unten an der Stelle, wo die Kiemenmembranen schliessen, schwächer. Nach unten liegt der Kiemenvene ein starker Längsmuskel an (m), welcher oberhalb des Eingeweide-Kiemenstranges entspringend, bis zur Kiemenspitze verfolgbar ist. Er besteht aus vielen dicken Muskelbündeln und erscheint so am Querschnitte sehr mächtig. Der Längsmuskel der Kiemenarterie ist bedeutend

schwächer und hört bereits in der Mitte der Kieme auf. Sonst ist die Muskulatur der der Vene gleich, nur nicht gar so mächtig. Dem starken Längsmuskel der Kiemenvene kommt wohl die Bedeutung zu, die Kieme heben zu können.

Ich habe im ersten Theile dieser Arbeit gezeigt, dass jede Kieme aus dem Kiemen-Eingeweidestrange je zwei Nerven erhält. An Querschnitten (Fig. 72) erkennt man in der Vene, wie in der Arterie diese Nerven, die innerhalb der Ringmuskulatur in mehrere Aeste zerfallen (n). Leider ist es bei der Unzugänglichkeit des Objectes nicht eruirbar gewesen, wie sich ihre Endigungsweisen gestalten, was zu wissen gewiss von Interesse wäre.

Kiemenknorpel etwa wie in den Kiemenblättchen vieler Bivalven (auch Zeugobranchier) kommen bei Chitonen nicht vor.

Somit hätten wir die Kiemen unserer Thiere besprochen und sehen aus der Einzelbeschreibung, dass wir hier nicht eine Kieme jederseits, sondern eine Kiemenreihe vor uns haben, dass die Placophoren polybranche Gasteropoden sind.

Es ist hier noch der Frage einige Aufmerksamkeit zu schenken, ist die Kiemenreihe des Chiton laevis und Chitonellus mit geringer Kiemenzahl oder die mit grösserer des Chiton siculus, fascicularis u. s. m. die phyletisch ältere? Eine Frage, die zwar heute mit strenger Wissenschaftlichkeit nicht beantwortet werden kann, doch immerhin der Erörterung werth ist.

Im Baue der Kiemen haben wir keinen Unterschied und so auch keine Anhaltspunkte zu vergleichenden Betrachtungen. Wollen wir nun den zweiten erwähnten Fall bejahen und annehmen, dass die Kiemenreihe, so wie sie sich uns bei Chiton siculus repräsentirt, die phyletisch ältere sei, so müssen wir auch die Frage stellen, was mit der ersten Hälfte der Kiemenreihe, die doch bei Ch. laevis fehlt, geschehen ist. Leicht könnte man sagen, dass die vordern Kiemen sich allmälig rückgebildet hätten, die hintern jedoch, an Mächtigkeit noch zunehmend (aus physiologischen Gründen), sich erhielten. Wir könnten auch einen Schritt weitergehen und annehmen, dass sich bei jüngern Formen wie Ch. laevis und Chitonellus, die vielleicht gar nicht Chitonen sind, alle Kiemen bis auf eine jederseits rückgebildet haben, dieses Paar sich jedoch mächtig entfaltend bestehen bleibt. Es würde dieses Verhalten an Zeugobranchier anschliessen.

Ich weiss, dass Manchem, der zu übereilten Speculationen geneigt ist, diese Annahme genehm sein dürfte, doch schwerlich einem, der seine Speculationen auf Thatsachen baut, denn

1. nehmen wir an, dass Ch. laevis ein älteres Verhalten betreff der Kiemenreihe aufweist wie Ch. siculus, so muss vor allem der Beweis geliefert werden, dass Rudimente von Kiemen vor der Kiemenreihe von Ch. laevis vorhanden sind.

Diese sind jedoch nicht vorhanden!

2. Müsste innerhalb des Kiemeneingeweide-Stranges an der Stelle der Kiemenreihe eine gewisse Concentration der Nervenelemente sich bemerkbar machen. Dieses muss ich jedoch verneinen.

3. Sehen wir bereits in der allgemeinen Körperform des Chitonellus eher eine Form, die ältern Datums ist als die der Chitonen mit gedrungenem Körper; die Kiemenreihe des Chitonellus [1]) ist aber ähnlich der bei Chiton laevis.

Ich glaube heute vielmehr der Ansicht das Wort reden zu dürfen, dass den Stammformen der Placophoren, wie darauf ja auch Protoneomenia etc. hinweisen, Kiemen abgingen, sie die ganze Körperoberfläche zum Respiriren benutzten und die Kiemen sich nur allmälig ausbildeten, dass dann durch die Vermittlung des Chitonellus und Ch. laevis Verhältnisse hergestellt wurden, wie wir sie bei Chitonen von ganzer Kiemenreihe vorfinden.

Wie nöthig es freilich heute erscheint, das sonderbare Genus Chitonellus genau auf seine morphologischen Verhältnisse zu untersuchen, leuchtet ein.

[1]) Eine der ältesten Formen des Genus Chiton ist wohl die Art „Cajetanus". Ich hoffe die Besonderheiten dieses Thieres in einer spätern Studie bekannt zu geben.

Tafelerklärung.

Taf. IX.

Fig. 50. Das Munddach von Chiton siculus ist von oben geöffnet. kl Kopflappen, bm Buccalmuskulatur, z vordere Lippenmuskel der Buccalknorpel, m Mundöffnung, gw Mundwülste, F Subradularorgan, f Flimmerwulst hinter demselben, bd Buccaldrüse, Oe Oesophagus, rs Radulascheide. Vergr. circa zwanzigmal.

Fig. 51. Schnitt aus der untern Hälfte des Subradularorganes. G Ganglion, c′ Commissur, c Connectiv, r einzelner Nerv, S Sinnesscheibe, r′ Rinne in demselben, e, e′ Epithel der Lateralwand, m′, m Muskeln.

Fig. 52. Schnitt aus der obern Hälfte des Subradularorganes. S Sinnesscheibe, e, e′ Lateralwand, f Flimmerwulst, p Stützmuskel desselben, n Grenzmembran, m Muskel, n′ einzelner Nerv, D Drüse.

Fig. 53. Isolirtes Epithel des Subradularorganes. a alle drei Arten Zellen nebeneinander, b Sinneszellen mit Sinnesborste, c Zelle ohne Sinneshaar.

Fig. 54. Zellen aus den Lippen (Vergr. Imm. XI. Oc. 2. Reichert).

Fig. 55. Schnitt durch die Sinnesscheibe (Vergr. Obj. 8. Oc. 4. Reichert).

Fig. 56. Drüsenzellen nach einem Schnitte aus der Lateralwand der Mundhöhle (Vergr. Obj 8. Oc. 4. Reichert).

Fig. 57. Aus der Drüse des Subradularorganes (Vergr. Obj. 8. Oc. 4. Reichert).

Taf. X.

Fig. 58. Flächenpräparat (Glycerin, Essigsäure, Osmiumsäure) vom subepithelialen Gewebe der Sinnesscheibe des Subradularorganes, nach vorheriger Abpinselung des Epithels. g Ganglienzelle, m Muskel (Imm. XI. Oc. 2. Reichert).

Fig. 59. Dasselbe in eine Falte gelegt mit noch anhaftenden Epithelien. n Nervenstamm. Vergr. dieselbe.

Fig. 60. Schnitt durch den Munddarm vor dem Subradularorgan. b Mundboden, d Dach, bd Seitenwand mit der Mündung der rechten Buccaldrüse, m Muskel.

Fig. 61. Ein Schnitt weiter nach vorn die Mundwülste treffend. d Dach, b Boden, gb Geschmacksbecher, km Subepithelgewebe, m Muskel.

Fig. 62. Schnitt durch einen Geschmacksbecher (Vergr. Obj. 8. Oc. 2. R).

Fig. 63. Zellen des Geschmacksbechers (Imm. XI. Oc. 2. R.)

Fig. 64. Ein Bündel der Buccalmuskulatur, frisch in Seewasser (Obj. 6. Oc. 3. R.).

Fig. 65. Dasselbe stückweise stark vergrössert, frisch in Seewasser (Obj. 8. Oc. 4. R.).

Fig. 66. Drei zellenartige Erhebungen desselben (Obj. 8. Oc. 4. R.).
Fig. 67. Dasselbe bei Behandlung mit Essigsäure.
Fig. 68. Dasselbe bei Behandlung mit Essigsäure, doch stark vergrössert.

Taf. XI.

Fig. 69. Linke Hälfte von Chiton laevis, Penn. Das Thier ist in zwei symmetrische Stücke zerlegt, Eingeweide abgetragen. Der Mantelrand nur am Kopftheile gelassen. k Kiemenreihe, t Lateralleiste, mr Mantelrand, kl Kopflappen, f Fuss.

Fig. 70. Dasselbe von Chiton siculus; der Mantelrand intact. n warzenförmige Erhebung am Ende der Kiemenreihe; sonst wie zuvor.

Fig. 71. Ein etwas lateral geführter Längsschnitt durch eine Einzelkieme vnn Ch. siculus. m Mantel, lw Leibeswand, ko Kiemeneingeweide-Strang, kv Kiemenvene, ka Kiemenarterie, r' letztes Kiemenblättchen, r Kiemenrinne (gez. mit der Camera).

Fig. 72. Schnitt durch ein Kiemenblättchen von Ch. siculus. B Arterie, A Vene, n Nerv, lm Längsmuskel, p Kiemenmembran, t Verschmelzung der jederseitigen Hälften des Kiemenblättchens (gez. mit der Camera).

Fig. 73. Schnitt aus dem Drüsenepithel der Kiemenrinne von Chiton laevis; Penn. (Vergr. Obj. 8. Oc. 2. R.).

Fig. 74. Schnitt durch die Leibeswand von Ch. laevis. w Leibeswand, ko Kiemenstrang (sonst siehe Text).

Fig. 75. Horizontalschnitt durch zwei Kiemenblättchen von Ch. siculus; der Schnitt ist gleich unterhalb der Kiemenvene entnommen, wo die Lamellen der Kieme noch nicht miteinander verwachsen sind. e Epithel, s Kiemenmembran, m Muskel. Die Flimmerhaare sind nicht gezeichnet.

Ueber Entwicklung von Sipunculus nudus.

Von

Dr. B. Hatschek.

Mit sechs Tafeln.

Einleitung.

Unter den Theorien, die auf dem Gebiete der Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Thiere in den letzten Jahren veröffentlicht wurden, hat besonders die „Coelomtheorie" der Brüder Hertwig allgemeine Aufmerksamkeit erregt und auch wohl von der Mehrzahl der Fachgenossen ganz entschiedene Anerkennung gefunden.

Wie bedeutsam und anregend mir nun auch diese mit so viel Scharfsinn, Gewandtheit und Kenntnissen aufgestellte Theorie erscheint, so kann ich doch wieder in vielen und wichtigen Punkten mit den Ansichten der Brüder Hertwig nicht übereinstimmen.

Man muss mindestens, wie ich glaube, viele bestimmt ausgesprochene Anschauungen noch für unentschieden, und die Discussion noch lange nicht für abgeschlossen erachten. Eine solche objectiv geführte Discussion wird gewiss auch den Begründern der Theorie erwünscht sein.

Ich hoffe aber, dass man auf einem anderen Wege noch sicherer der Lösung der Fragen näher kommen wird. Ich glaube nämlich, dass gerade jetzt eine Erweiterung unserer Erfahrungsbasis in Bezug auf die Entwicklung der wirbellosen Thiere noththut, und in dem gegenwärtigen Zeitpunkte scheint mir mehr noch als das tiefere Eindringen in schon beobachtete Entwicklungsprocesse, die Erforschung jener Ontogenien, welche bisher noch nicht zur Beobachtung gekommen sind, Nutzen zu versprechen. Wir können namentlich bei Untersuchung der bisher unbekannten Entwicklung von Formen, welche im Systeme ziemlich vereinzelt stehen, solche Thatsachen zu finden hoffen, die zu einer rascheren Lösung der erwähnten Probleme führen.

Von solchen Gesichtspunkten geleitet, ergriff ich mit Begierde die sich mir darbietende Gelegenheit, die Entwicklung von

Sipunculus zu studiren. Ich hegte beim Herantreten an diese Untersuchung vor Allem die Erwartung, der Lösung der oben erwähnten Fragen näher zu kommen. Erst in zweiter Linie stand das Interesse an der Erforschung der Verwandtschaftsbeziehungen des Sipunculus und an dem Ausbau des phylogenetischen Systemes.

Die von mir bei der Sipunculusentwicklung beobachteten Thatsachen erwiesen sich aber nicht als entscheidend für die Beantwortung der oben angedeuteten Fragen; denn die diesbezüglichen Vorgänge stimmen ganz mit jenen bei den Anneliden überein, so dass sich daraus keine neuen Folgerungen ergeben können. Immerhin gewinnen diese Vorgänge durch den Nachweis ihrer noch weiteren Verbreitung an Bedeutsamkeit.

Ich werde die Folgerungen, welche sich in Bezug auf die Verwandtschaftsbeziehungen des Sipunculus ergeben, und einige andere Punkte in dem theoretischen Abschnitte dieser Arbeit eingehender erörtern. Jene allgemeinen Fragen aber, welche die wesentlichste Veranlassung dieser Untersuchungen bildeten, will ich aus dem angeführten Grunde hier nicht besprechen. Ich beabsichtige, dieselben in einer späteren Abhandlung ausführlich zu behandeln, welche den Schluss meiner Studien über die Entwicklung des Amphioxus bilden wird. Ich werde demnächst den zweiten Theil der Beobachtungen über die Entwicklung des Amphioxus veröffentlichen und in dem darauffolgenden allgemeinen Theile jene theoretischen Fragen, welche ja zu der Entwicklungsgeschichte des Amphioxus in inniger Beziehung stehen, mit Rücksicht auf den Stand unserer jetzigen ontogenetischen Kenntnisse besprechen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung will ich also in zwei Abschnitten behandeln, von welchen der erste die Beobachtungen und historische Bemerkungen über unsere bisherige Kenntniss der Sipunculusentwicklung enthält, der zweite einigen theoretischen Erörterungen gewidmet ist.

I. Abschnitt. Beobachtungen.

Wir wollen zunächst einen kurzen historischen Ueberblick der bisher vorliegenden Beobachtungen über die Entwicklung des Sipunculus geben. Ich werde später bei der Beschreibung der einzelnen Entwicklungsvorgänge noch ausführlichere Citate der diesbezüglichen älteren Beobachtungen anführen.

Die Larve von Sipunculus wurde zum ersten Male von Max Müller, dem Sohne des grossen Johannes Müller, schon im Jahre

1850 beschrieben und abgebildet.[1]) Max Müller vermuthete, dass diese von ihm in Triest pelagisch gefischten Thierchen Sipunculiden-Larven seien, doch schrieb er sie nicht dem Sipunculus, sondern der nahe verwandten Gattung Phascolosoma zu. Müller hatte solche Stadien vor sich, an denen die Larvencharaktere noch vollkommen ausgeprägt sind, die aber auch schon beinahe alle wesentlichen Organe des entwickelten Thieres besitzen. Er schildert das Räderorgan (postoraler Wimperkranz), welches mit dem vorderen Körperende eingezogen werden kann, ferner das Gehirn (Scheitelplatte) mit Augenflecken, den Verlauf des Darmcanales, die eigenthümliche, unterhalb des Oesophagus liegende Drüse, die Excretionsorgane, welche der damaligen Auffassung entsprechend als Hoden bezeichnet wurden. Er beobachtete auch den Bauchstrang, hielt denselben aber irrthümlicher Weise für einen unpaaren Retractor, der das vordere Körperende zur Einstülpung bringen könne; die wirklichen Retractoren, welche zum Theil denjenigen des entwickelten Thieres entsprechen, wurden von ihm übersehen. Die wohl ausgebildete Ringmuskulatur des Körpers und die Pigmenteinlagerungen der Haut wurden ebenfalls schon von Müller beschrieben.

Ein Jahr später veröffentlichte A. Krohn Beobachtungen über die Entwicklung von Sipunculus.[2]) Er stellte fest, dass die schon von Müller beobachtete Larve nicht zu Phascolosoma, sondern zu Sipunculus gehöre. Er schloss dies aus der Beschaffenheit der Eihaut bei den ihm ebenfalls vorliegenden zugehörigen Embryonalstadien. — Krohn hatte ein viel umfassenderes Materiale vor sich, da er nicht nur Embryonen, sondern auch Larven verschiedener Altersstadien beobachtete. Seine Angaben über die noch in der Eihaut befindlichen embryonalen Stadien sind wohl gänzlich unzureichend. Genauer ist seine Darstellung des Ausschlüpfens der Larve und des Abwerfens der Eihaut. In Betreff der Organisation der Larve haben wir Krohn wichtige Aufschlüsse zu verdanken und darin liegt der wesentliche Fortschritt seiner Arbeit. So berichtigte er den Irrthum Müller's in Betreff des Bauchstranges und fand die vier definitiven Retractoren schon in den frühesten Larvenstadien. Andere Punkte seiner Darstellung wollen wir weiterhin noch specieller berücksichtigen.

[1]) Max Müller: Ueber eine den Sipunculiden verwandte Wurmlarve. Müller's Archiv 1850, p. 439—452. Taf. XI.

[2]) A. Krohn: Ueber die Larve des Sipunculus nudus nebst Bemerkungen etc. Müller's Archiv. 1851.

Zehn Jahre später, im Jahre 1861, wurden von W. Keferstein und E. Ehlers[1]) neue Beobachtungen über die Sipunculuslarve veröffentlicht; doch wurden den Angaben Krohn's nur unbedeutende Details hinzugefügt, und die Abbildungen der Larven sind weniger naturgetreu als die älteren von Müller und Krohn.

Meine eigenen Studien über die Entwicklung Sipunculus wurden in Faro bei Messina ausgeführt. Dort findet sich ein kleiner mit dem Meere nur durch einen engen Canal zusammenhängender Salzsee, „Pantano" genannt, an welchem ich aus Anlass meiner Studien über Amphioxus sechs Monate zubrachte, wobei ich die Gelegenheit auch zu anderen embryologischen Studien benützte. So habe ich dort auch die vorliegende Untersuchung ausgeführt.

Sipunculus nudus wird von den Fischern, welche die Cultur kleiner Muscheln im „Pantano" betreiben, häufig im Sande gefunden. Bei Untersuchung der Thiere fand ich schon in den Frühlingsmonaten die Leibeshöhle der Weibchen voll von weit entwickelten Eiern, die aber sämmtlich noch mit der Follikelhülle versehen waren. In der Leibeshöhle der Männchen fand ich zu dieser Zeit nur unreife Geschlechtsproducte, nämlich Entwicklungsstadien der Spermatozoen in dem Maulbeerstadium.

Das schöne, recht durchsichtige Sipunculus-Ei verspricht recht günstige Verhältnisse zur Beobachtung der Embryonalentwicklung. Wir haben ein Ei vor uns, das arm an Dotterelementen ist und genau dieselbe Grösse besitzt, wie das Ei des Amphioxus. Wie mag hier die Bildung der Keimblätter vor sich gehen? Ich hoffte erwartungsvoll auf das baldige Eintreten der vollkommenen Reife der Geschlechtsproducte des Sipunculus. Zu meinem Erstaunen musste ich aber noch Monate lang auf das Eintreten der Laichung warten, die erst mit der heissesten Jahreszeit sich einstellte.

Einige früher angestellte Versuche der künstlichen Befruchtung misslangen.

Bei täglich fortgesetzter pelagischer Fischerei fand ich am 1. Juli zum ersten Male Embryonen von Sipunculus im Auftrieb.

Nachdem einige Tage hindurch die Embryonen im Auftrieb wieder fehlten, wurden sie eines Morgens wieder in grosser Menge gefunden. Es hatte des Nachts die Hauptlaichung für dieses Jahr

[1]) W. Keferstein und E. Ehlers, zoologische Beiträge. Leipzig 1861.

und diese Oertlichkeit stattgefunden. [1]) In den nachfolgenden Tagen waren nur noch einige weniger bedeutende Laichungen zu beobachten.

Die Laichung des Sipunculus scheint nicht von der Witterung beeinflusst zu werden; vor und nach derselben waren längere Zeit hindurch gleichmässig wolkenlose heisse Tage.

Ich fischte stets in den frühen Morgenstunden mit dem pelagischen Netze und fand, wenn in der Nacht eine Laichung stattgefunden hatte, die Embryonen alle auf demselben frühen Stadium, nämlich auf dem Endstadium der Furchung, welches in Fig. 1 u. 2 zur Darstellung gekommen ist.

Da ich mich mehrmals überzeugt hatte, dass an dem vorhergehenden Abend zu später Stunde die Laichung noch nicht erfolgt war, so kam ich zu dem Schlusse, dass die Eier des Nachts ausgeworfen wurden, und zwar mag dies ungefähr um die Mitternachtszeit stattfinden.

Da ich die Tageszeit zur Untersuchung der Entwicklung benutzen musste, war es mir nicht möglich, auch noch regelmässig zur Nachtzeit zu fischen, um bei einer etwa eintretenden Laichung die ersten Stadien zu finden. So entgingen mir die früheren Furchungsstadien.

Die Periode der Embryonalentwicklung, als deren Ende ich das Abwerfen der Eihaut betrachte, dauert ungefähr sechzig Stunden. Die pelagisch gefischten Embryonen entwickeln sich sehr gut in den grossen Auftriebgläsern weiter. Doch habe ich das am Morgen gefischte Materiale stets nur einen Tag lang zur Untersuchung benutzt, und habe es vorgezogen, die Embryonen des zweiten und dritten Tages an immer wieder frisch gefischtem Materiale zu studiren. Die Laichperiode war in den ersten zehn Tagen des Monats Juli beendet. Im weiteren Verlaufe des Monats Juli wurden Embryonen nur ganz vereinzelt gefischt, dagegen fanden sich regelmässig die verschiedenen Larvenstadien im Auftrieb. Nach Ablauf dieses Monats verschwanden auch die ältesten Larvenstadien aus dem Auftrieb. Dieselben waren als junge Sipunculus zu Boden gesunken, wo sie im Sande nur mit grosser Mühe aufzufinden sind. Leichter kann man die Verwand-

[1]) Nach M. Müller und Krohn ist sowohl in Triest als auch in Neapel die Laichzeit eine andere, als die im vorliegenden Falle beobachtete. Ich selbst habe im Jahre 1882 zum zweiten Male am Faro die Laichung wieder unter ähnlichen Verhältnissen beobachtet, so dass die angegebene Zeit für diese Oertlichkeit wenigstens als normale gelten kann.

lung der Larve in das kriechende Thier studiren, wenn man die ältesten Larven auswählt und in den Gläsern aufzieht.

Die Embryonalentwicklung dauert also ungefähr sechzig Stunden, die Larvenentwicklung und Metamorphose aber nimmt ungefähr einen Monat in Anspruch.

Embryonalentwicklung.

Von der Embryonalentwicklung des Sipunculus hatten wir bis jetzt noch keine nennenswerthe Kenntniss. Krohn hatte das Materiale wohl in Händen, doch sind seine Beobachtungen über diesen Entwicklungsabschnitt in Bezug auf unsere derzeitigen Anforderungen ganz unzureichend. Er schreibt hierüber: „Man findet zuweilen Eier ohne allen Wimperbesatz, die daher im Wasser ohne selbstständige Bewegung flottiren. Der Dotter solcher Eier zeigt sich aus dicht nebeneinander gedrängten grösseren und kleineren kugeligen Massen, in welchen man oft einen Kern unterscheidet, zusammengesetzt. Das Ganze gleicht einem in der Theilung oder Furchung begriffenen Dotter. In anderen Eiern, deren Oberfläche schon Cilien trägt, ist die Dottermasse in eine noch grössere Zahl ähnlicher, aber schon kleinerer kugeliger Massen zerfallen. Dieses Stadium ist auf eine spätere Periode der Dottertheilung zu beziehen. Dann kommen noch Eier vor, in welchen die ganze Dottermasse in eine Menge deutlicher, mit einem Kern versehener Zellen sich umgewandelt hat. Hier haben wir ohne Zweifel schon die Anlage des Embryo. Im weiteren Fortschritt der Entwicklung erscheinen im Leibe des Embryo vier farbige Flecken, zwei einander quer gegenübergestellte grössere, gelbliche, und bei tieferer oder höherer Einstellung des Focus je nach der jedesmaligen Stellung des Embryo gegen den Beobachter zwei ebenfalls in gleicher Linie gelegene kleinere, dunkelrothe Flecken. Die gelben Flecken deuten auf die Anlage der Respirationsschläuche, die dunkelrothen sind die beiden Augen, mit welchen die Larve in der ersten Lebenszeit nach der Geburt versehen ist; denn später kommt noch ein zweites Paar hinzu. Kurze Zeit vor der Geburt lassen sich schon einzelne Theile der innerhalb ihrer Eihülle mit zusammengekrümmtem Leibe liegenden Larve unterscheiden, namentlich das Kopfstück, oder vielmehr die Anlage des künftigen Rüssels."

Ich will bei Beschreibung meiner eigenen Beobachtungen die Embryonalentwicklung in mehrere Abschnitte theilen. Diese Abschnitte sind nicht etwa durch natürliche Ruhepunkte in der

Entwicklung bezeichnet, oder durch andere physiologische Momente begründet, wie dies bei dem Gegensatz von Embryonalentwicklung und Larvenentwicklung der Fall ist, sondern diese Eintheilung ist eine künstliche und einerseits aus Zweckmässigkeitsgründen, zur Uebersichtlichkeit der Darstellung, andererseits von rein theoretischen (morphologischen) Gesichtspunkten aus aufgestellt. Wir wollen folgende Perioden der Embryonalentwicklung unterscheiden:

1. Periode: Furchung.
2. Periode: Gastrulabildung.
3. Periode: Sonderung des Mesoderms, Schliessung des Gastrulamundes und Bildung der Embryonalhülle.
4. Periode: Ausbildung der Larvenorgane und Verwachsung der Embryonaltheile.
5. Periode. Abwerfen der Eimembran und der Embryonalhülle.

Ich will einige Zeitangaben zum Ueberblick über die Entwicklungsdauer geben, ohne dabei zu sehr in's Detail einzugehen.

Die Eier werden des Nachts ausgeworfen. Am ersten Morgen ist die Furchung beendet und damit das in Fig. 1 u. 2 abgebildete Stadium erreicht.

Im Verlaufe des ersten Tages erfolgt dann die Sonderung der Keimblätter, die Bildung der Embryonalhülle, die Schliessung des Gastrulamundes und die Bildung des Oesophagus, so dass nach Ablauf der ersten 24 Stunden ungefähr das Stadium der Fig. 23 erreicht ist.

Innerhalb der zweiten 24 Stunden erreicht der Embryo das Stadium der Fig. 37. Es sind dann die wichtigsten Larvenorgane angelegt, aber die durch die Embryonalhüllenbildung von einander getrennten Theile sind noch nicht vollständig mit einander verwachsen.

Obzwar nun die wesentlichsten Organe der ausschlüpfenden Larve gebildet sind, so braucht der Embryo doch noch eine Nacht und einen Theil des Vormittags zu seiner vollkommenen Ausbildung. Der Gang der Entwicklung ist in dieser Zeit bedeutend verlangsamt, denn während dieser Zeit hat sich das Aussehen und der Bau des Embryo nur wenig geändert, es sind nur die ursprünglich getrennten Theile des Embryo zur vollständigen Verwachsung gekommen. Am Vormittag des dritten Tages, also noch lange vor Ablauf der dritten 24 Stunden, beginnt das Ausschlüpfen der Larve. Das Abwerfen der Eimembran und der Embryonal-

hülle ist aber ein sehr langwieriger Vorgang und nimmt noch den grössten Theil des Tages in Anspruch.

Die Entwicklungsdauer ist von der Temperatur abhängig. In den Versuchsgläsern, in welchen das Wasser eine etwas höhere Temperatur erlangte, ging die Entwicklung etwas rascher vor sich als im Pantano. Die oben angeführten Daten beziehen sich auf die Entwicklung unter den natürlichen Verhältnissen im Pantano.

I. Periode der Embryonalentwicklung. Furchung.

Wenn ich um 5 Uhr Morgens, unmittelbar nach beendeter Fischerei, den Auftrieb untersuchte, so fand ich, bei vorhergegangener Laichung, Embryonen im Endstadium der Furchung, welches in Fig. 1 u. 2 dargestellt ist.

Zur Erlangung früherer Stadien müsste demnach die Fischerei schon zur Nachtzeit vorgenommen werden. Vielleicht gelingt es auch, dieselben durch künstliche Befruchtung zu ziehen.

Ich fand nur ausnahmsweise unter diesen vorgeschrittenen Stadien ein ungefurchtes Ei, dessen Protoplasma sich ein wenig von der Eihaut zurückgezogen hatte, ferner noch ein zweizelliges Stadium mit ungefähr gleich grossen Furchungshälften und zwei Richtungskörpern an der Furche. Solche Stadien waren offenbar in der Entwicklung zurückgeblieben und vielleicht nicht weiter entwicklungsfähig.

Die Furchungsstadien von Sipunculus sinken in den Auftriebgläsern zu Boden. Man findet sie leicht, indem man den Bodensatz aus den Gläsern mittelst einer Glasröhre heraushebt und im Uhrschälchen mittelst der Loupe durchsucht. Diese Stadien sind, so wie alle Embryonalstadien, leicht an der Eimembran, die durch ihre regelmässig gestellten Poren ein ganz charakteristisches Aussehen besitzt, sogleich als zu Sipunculus gehörig erkennbar. Die Follikelhülle, welche die noch nicht vollkommen reifen, in der Leibeshöhle der Weibchen flottirenden Eier umgab, ist abgeworfen.

Die porendurchsetzte Eimembran, welche anfangs dem Protoplasma des Eies dicht anlag, finden wir in den Furchungsstadien (wenigstens in den von mir beobachteten) stets durch einen Zwischenraum von den Furchungszellen getrennt.

Das von mir genauer untersuchte Endstadium der Furchung ist in Fig. 1 u. 2 dargestellt. Ich habe auch ein unbedeutend jüngeres Stadium, wo die Anzahl der Ectodermzellen eine etwas geringere war, beobachtet.

Obwohl die Anzahl der Zellen des vorliegenden Stadiums noch eine sehr geringe ist und dieselben noch eine bedeutende Grösse besitzen, so ist dasselbe doch mit Recht als das Endstadium der Furchung zu bezeichnen, denn unmittelbar darauf treten an den Zellen Veränderungen auf, durch welche sie die für die Furchungselemente charakteristischen primitiven Eigenthümlichkeiten verlieren, wobei auch die zur Keimblätterbildung führenden Lagerveränderungen beginnen, nämlich die Invagination des Endoderms und die Sonderung des Mesoderms. Wir werden weiterhin auch sehen, dass in diesem Endstadium der Furchung die Elemente der drei Keimblätter schon zellig gesondert sind; es gibt nämlich hier keine Zelle mehr, welche Materiale für verschiedene Keimblätter in sich vereinigt enthielte.

In dem vorliegenden Stadium zeigen noch alle Zellen die charakteristische Form der Furchungselemente. Sie sind wohl in gewissem Grade gegeneinander abgeplattet, doch ist sowohl die äussere, gegen die Eimembran sehende, als auch die innere, gegen die Furchungshöhle gewendete Fläche jeder einzelnen Zelle stark sphärisch gekrümmt, und dadurch ist die relativ bedeutende Unabhängigkeit der einzelnen Zellen von einander scharf ausgeprägt.

Die Grösse der einzelnen Zellen weicht nicht bedeutend von einander ab. Dennoch kann man grössere Zellen in der vegetativen Hälfte, die in der weiteren Entwicklung als Endoderm sich erweisen, und kleinere Zellen, welche die animale Hälfte zusammensetzen und das Ectoderm bilden, unterscheiden. Die Furchung ist also in einem geringen Grade inäqual, wie sich dies wohl auch in allen jenen Fällen herausstellt, die früher als typische reguläre Furchung betrachtet wurden.

Ich hatte schon in früheren Arbeiten die Ansicht geäussert, dass bei allen Metozoen eine polare Differenzirung und bei den Bilaterien überdies eine bilaterale Differenzirung schon in der Eizelle vermuthet werden müsse, welche aber oft erst später durch die Verschiedenheit der Furchungselemente unserer Beobachtung leichter zugänglich wird. Auch in dem vorliegenden Falle können wir bei genauerer Analyse nicht nur die polare Differenzirung, sondern auch die bilaterale Symmetrie in diesem frühen Stadium nachweisen. Wir können nämlich unter den Endodermzellen eine grosse unpaare Zelle beobachten, welche in der Medianebene liegt. Diese Zelle ist die grösste Zelle des Keimes; sie liegt am hinteren Rande des Endodermbezirkes, also

dem Ectoderm angrenzend. Wir werden späterhin sehen, dass bei der Invagination diese Zelle sich zunächst, sowie die anderen Endodermzellen verhält, alsbald aber, nachdem sie sich früher in zwei symmetrische Hälften getheilt hatte, aus dem Verbande der Endodermzellen als alleinige Mesodermbildnerin sich sondert. Man muss diese Zelle als zum primären Endoderm gehörig betrachten, man kann sie aber zugleich schon jetzt als Urzelle des Mesoderms erkennen. Diese Zelle ist uns von Wichtigkeit zur Orientirung über die Lage der Medianebene, sie dient uns zur Bestimmung von Vorder- und Hinterende, da sie am hinteren Rande des Endodermfeldes liegt.

Wir haben zwei optische Schnitte dieses Furchungsstadiums abgebildet. In Fig. 1 ist ein optischer Medianschnitt abgebildet. Wir sehen da die kleine Furchungshöhle, um welche die Zellen in einfacher Schicht angeordnet sind. Die animale Hälfte nehmen in diesem Medianschnitt sechs Ectodermzellen ein; in der vegetativen Hälfte sehen wir drei Zellen, von welchen die grosse hintere, unpaare Zelle die Urzelle des Mesoderms, die zwei anderen Endodermzellen im engeren Sinne sind. In der vorliegenden Zeichnung konnte es nicht ersichtlich gemacht werden, dass die Ur-Mesodermzelle unpaar ist; es ist dies aber an dem nächsten Stadium durch eine besondere Zeichnung (Fig. 4) zur Darstellung gebracht. — An dem optischen Querschnitt (Fig. 2), der senkrecht auf die Medianebene und durch die vom animalen zum vegetativen Pole gezogene Achse geht, kommt die symmetrische Anordnung der Zellen sehr gut zur Anschauung. Wir sehen hier sechs Ectodermzellen; das Endodermfeld ist nur zwei Zellen breit.

Im Ganzen ist die Zellenanzahl des Ectoderms in diesem Stadium ungefähr 24, das Endoderm besteht aus sieben Zellen, nämlich der grossen unpaaren, hinteren Zelle, die wir als Urzelle des Mesoderms bezeichneten, und drei vorderen Zellenpaaren; das hinterste Paar ist durch die grosse Zelle seitlich auseinandergedrängt.

II. Periode der Embryonalentwicklung.

Gastrulabildung.

Das Endstadium der Furchung, welches wir eben genauer betrachtet haben, unterliegt alsbald einigen sehr rasch ablaufenden merkwürdigen Veränderungen, wodurch dasselbe in das Gastrulastadium übergeführt wird.

Während der Furchungsstadien bestand allseitig ein ansehnlicher Zwischenraum zwischen den Furchungskugeln und der

Eimembran. Nach Ablauf der Furchung legen sich diejenigen Zellen, welche von uns als Ectodermzelien bezeichnet wurden, sehr rasch mit ihrer äusseren Oberfläche der Eimembran dicht an. Sie senden zugleich durch die regelmässig gestellten Poren dieser Membran feine Flimmerhärchen, die an der Aussenseite derselben in Erscheinung treten. Diese Flimmercilien beginnen den Embryo mitsammt der Eihaut zunächst langsam in Bewegung zu setzen.

Es wird wohl nach den gegenwärtigen wissenschaftlichen Anschauungen Jedermann von vorneherein geneigt sein, anzunehmen, dass diese Flimmerhärchen nicht etwa von der Eimembran selbst gebildet werden, sondern von den der Eimembran innen anliegenden Zellen auswachsen. Doch scheint es mir nicht überflüssig, hervorzuheben, dass diese theoretisch begründete Anschauung auch noch durch folgende Thatsachen gestützt wird. Die Flimmerhaare finden sich in allen Stadien nur an solchen Stellen, wo die Zellen der Innenseite der Eimembran anliegen. Mit der weiteren Ausbreitung dieser der Eimembran anliegenden Zellen breitet sich auch die Flimmerung vollkommen übereinstimmend aus. Dort, wo der Innenseite der Eimembran keine Zellen anliegen, findet man auch aussen keine Flimmerhärchen. Beim Abwerfen der Eihaut wird der „Flimmerschopf" durch die Poren der Eihaut nach innen zurückgezogen und bleibt an den Zellen des Embryo haften.

Dadurch, dass sich das Ectoderm an die Eimembran anlegt, wird eine excentrische Lagerung des ganzen Embryo innerhalb der Eimembran herbeigeführt; die Oberfläche des Endoderms entfernt sich nämlich mehr als dies Anfangs der Fall war von der Eimembran.

In diesem Zustande (Fig. 3), der sehr rasch vorübergeht, findet man den Embryo schon eine halbe Stunde, nachdem das Endstadium der Furchung beobachtet wurde.

Wie aus der Abbildung (Fig. 3) zu ersehen ist, hat die Anzahl der Zellen während dieser Vorgänge sich nur unbedeutend vermehrt. An einem optischen Schnitte, der senkrecht auf die Medianebene und durch die grosse Ur-Mesodermzelle geführt ist, kann man auch sehen, dass diese Zelle noch immer unpaar in der Medianebene liegt (Fig. 4).

Die endodermale Oberfläche, die sich von der Eihaut mehr abhebt, flacht sich zugleich auch ein wenig ab. Diese Abplattung schreitet dann immer mehr fort und wird in den nächsten Stadien eine vollständige. Diese Stadien erhalten dadurch ein charakteristisches Aussehen. Der Embryo erfüllt nämlich nicht die ganze

Eihaut, sondern lässt am vegetativen Pole einen Hohlraum frei, der genau die Form eines Kugelabschnittes besitzt.

In einem etwas späteren Stadium sehen wir die Endodermfläche schon concav vertieft (Fig. 6), und damit ist das Gastrulastadium erreicht.

Während dieser Abplattung und nachfolgenden Einsenkung des Endodermfeldes haben sich sämmtliche Zellen des Embryo durch fortwährende Theilung vermehrt, und zwar sowohl die Zellen des Ectoderms, als auch die des Endoderms. Die Theilung der Endodermzellen erfolgte zunächst parallel mit der Medianebene, so dass die Anzahl der Zellen im Breitendurchmesser des Endodermfeldes verdoppelt erscheint (vergl. Fig. 2 u. 7). Besonders bedeutungsvoll ist die Theilung jener Zelle des Endodermfeldes, die wir als Urzelle des Mesoderms bezeichneten. Diese Zelle theilt sich in zwei symmetrisch zu beiden Seiten der Medianebene liegende Theile; dementsprechend erscheint die Zelle in Fig. 5, wo eine der zu den Seiten der Medianebene liegenden Theilzellen gezeichnet ist, kleiner als in Fig. 1 u. 2, wo sie als grosse unpaare Zelle in der Medianebene liegt. Man kann in den beiden Theilstücken der Ur-Mesodermzelle noch eine Zeitlang die radiäre Protoplasmastrahlung beobachten, die während der langsamen Gestaltung der neuen Kerne andauert.

Die Endodermzellen unterscheiden sich nur durch ihre bedeutendere Höhe von den Ectodermzellen. Im Uebrigen verhalten sich beide Zellenarten in Bezug auf Form und Structur sehr ähnlich. Sowohl Ectoderm- als Endodermzellen sind an ihrer äusseren Seite abgeflacht; an der inneren, der nicht vollkommen geschwundenen Furchungshöhle zugekehrten Seite sind die einzelnen Zellen convex vorspringend. Die Urzellen des Mesoderms zeigen in ihrer Form eine bedeutungsvolle Abweichung von allen übrigen Zellen. Sie behalten allein von allen Zellen eine sphärische Form.

Während alle übrigen Zellen durch die gegenseitige Abplattung einen epithelartigen Charakter gewinnen, bewahren diese Zellen mit ihrer sphärischen Form auch eine gewisse Selbstständigkeit; sie platten sich wohl gegen einander ein wenig ab, nicht aber gegen die anderen Zellen; die angrenzenden Ectoderm- und Endodermzellen müssen sich der Form der sphärischen Mesodermzellen anschmiegen.

Wir wollen hier hervorheben, dass sich während des Theilungsprocesses jede Zelle ähnlich wie die Mesodermzellen verhält. Wir sehen zum Beispiel in Fig. 5, dass die Endodermzelle, die an dem

entgegengesetzten Ende liegt und die eben aus einem Theilungsact hervorgegangen ist, ein ganz ähnliches Verhalten zeigt, wie die Ur-Mesodermzellen. Diese Endodermzelle (sowie die andere aus dem Theilungsact hervorgegangene, die bei tieferer Einstellung zu sehen war) gewann aber innerhalb fünf Minuten genau dasselbe Aussehen, wie die anderen Endodermzellen. Die sphärische Form der Ur-Mesodermzellen dauert aber nicht nur so lange als die Theilungserscheinungen, sondern diese Zellen behalten auch nach Ablauf der Theilung, wenn die neuen Kerne vollkommen ausgebildet sind, die sphärische Form.

Sowohl im Ectoderm als auch im Endoderm sind die gröberen Körnchen des Protoplasma in dem äusseren Theil der Zellen concentrirt, während der innere, dem Rest der Furchungshöhle zugewendete Theil aus hellerem, körnchenlosen Protoplasma besteht. In den Ur-Mesodermzellen sind die Körnchen feiner als in den anderen Zellen und im ganzen Protoplasma der Zelle gleichmässig vertheilt. Der Zellkern der Ur-Mesodermzellen ist grösser und deutlicher, als der aller anderen Zellen des Embryo.

III. Periode der Embryonalentwicklung.

Sonderung des Mesoderms, Schliessung des Gastrulamundes und Bildung der Embryonalhülle (Fig. 8—24).

In den nächsten Stadien rücken die Ur-Mesodermzellen aus der Reihe der Endodermzellen zwischen Ectoderm und Endoderm hinein (Fig. 10—12), ein Vorgang, den wir als Sonderung des Mesoderms bezeichnen.

Dann folgt die Schliessung des Gastrulamundes, indem die seitlichen Ränder desselben gegen die Medianlinie vorwachsen und dort mit einander verschmelzen. Sowohl die Ectoderm- als auch die Endodermschichte kommt dabei zur Verwachsung (vergl. Fig. 9, 11 u. 20).

Diese Schliessung des Gastrulamundes geht nicht in der ganzen Länge gleichzeitig vor sich, sondern sie beginnt am hinteren Rande, der durch die Lage der Ur-Mesodermzellen gekennzeichnet ist, und schreitet nach vorne zu fort (vergl. Fig. 10, 15, 17, 18, 19, 22). Der letzte Rest des Gastrulamundes, der dem ursprünglichen vorderen Ende desselben entspricht, kommt in den Grund einer Ectodermeinstülpung zu liegen, welche die Anlage des Oesophagus bildet (Fig. 23). Der letzte Rest des Gastrulamundes fällt also mit der inneren Oesophagusmündung örtlich zusammen. Doch schliesst sich weiterhin auch dieser letzte Rest völlig (Fig. 25)

und erst zu Ende der Embryonalentwicklung bricht an dieser Stelle die innere Oesophagusmündung neuerdings durch.

Die Sonderung des Mesoderms und die Gastrulaschliessung werden von einer Reihe von Vorgängen begleitet, die zur Bildung der Embryonalhüllen führen. Dadurch werden die Verhältnisse bedeutend complicirt und das Verständniss dieser Stadien sehr erschwert.

Die Bildung der Embryonalhülle geht vom Ectoderm aus; nur ein Theil des Ectoderms wird zum Aufbau des Embryo (im engeren Sinne) verwendet; ein grosser Theil desselben wird zur Embryonalhülle aufgebraucht.

Die Ectodermgebilde des eigentlichen Embryo entstehen aus zwei getrennten Anlagen, erstens aus einer Zellgruppe am animalen Pole, zweitens aus den Ectodermzellen des Gastrulamundrandes. Die zwischen diesen beiden Theilen liegende Ectodermzone wird zur Bildung der Embryonalhülle aufgebraucht (vergl. Fig. 11, 20, 24). Die Zellen am animalen Pole bilden das Scheitelfeld der Larve. Die Ectodermzellen am Gastrulamundrande verwachsen bei der Gastrulamundschliessung zu einer medianen Ectodermplatte, welche die übrigen Ectodermtheile, die der oralen und postoralen Region des Kopfes und dem Rumpfe angehören, liefert. Wir wollen der Kürze halber, wenn auch nicht ganz zutreffend, den ersteren Theil als Kopfplatte, den anderen als Rumpfplatte bezeichnen. Die Embryonalhülle nennen wir kurz Serosa.

Die Rumpfplatte wird von der Serosa überwachsen, die sich über derselben vollkommen schliesst (Fig. 20, 24). Die Rumpfplatte hat dann mit dem von der Embryonalhülle überwachsenen „Keimstreifen“ oder „Embryonalstreifen“ der Insecten (Coleoptern, Hymenoptern, Lepidoptern) viel Aehnlichkeit. Doch fehlt bei Sipunculus das Amnion. Der Umschlagsrand, mittelst dessen die Serosa in die Rumpfplatte übergeht, zieht sich später nach Innen zurück und wird zur Bildung der Rumpfplatte mit aufgebraucht (vergl. Fig. 20 und 24).

Die Kopfplatte wird von der Serosa nicht überwachsen und die Serosa behält daher an dieser Stelle dauernd einen kreisförmigen Ausschnitt. Doch wächst die Kopfplatte an ihrer Peripherie unterhalb der Serosa der Rumpfplatte etwas entgegen, um sich mit derselben zu vereinigen. Auch die Kopfplatte geht mittelst eines amnionartigen Umschlagsrandes in die Serosa über (Fig. 24 etc). Dieser Umschlagsrand bleibt viel länger bestehen als derjenige an der Rumpfplatte. Doch wird er auch schliesslich zur Bildung der Kopfplatte mit einbezogen (vergl. Fig. 39, 41).

Wir haben die Entwicklungsvorgänge dieser Embryonalperiode nun im Wesentlichen gekennzeichnet und wollen sie nun specieller und schrittweise in den aufeinanderfolgenden Stadien betrachten.

In Fig. 8 und 9 sehen wir zwei optische Durchschnitte eines Stadiums dargestellt, welches nur wenig weiter entwickelt ist, als das Gastrulastadium. Wir können hier jedoch bei genauerer Beobachtung eine Anzahl wohl unscheinbarer, aber bedeutungsvoller Veränderungen nachweisen. Wir sehen, dass die Einstülpung der vegetativen Seite tiefer geworden ist. Dies ist aber zumeist dadurch bewirkt, dass das Ectoderm beinahe in der ganzen Peripherie des Gastrulamundes in die Tiefe vorrückt. Am optischen Medianschnitt (Fig. 8) sehen wir zunächst, dass am hinteren Gastrulamundrande die Ectodermzelle, welche hinter der Ur-Mesodermzelle liegt, nach Innen rückt; am vorderen Rande findet ein solches Hineinrücken noch nicht statt. — An optischen Frontalschnitten sehen wir, dass auch die Ectodermzellen der Seitenränder des Gastrulamundes sehr bedeutend nach Innen vorwachsen. Das Ectoderm stülpt sich also vom Hinterrande sowohl, als auch von den Seitenrändern des Gastrulamundes nach Innen ein. Dieses nach Innen vorrückende Ectoderm ist überall von einer einzigen Reihe grosser Zellen — dieselben sind voluminöser als die übrigen Ectodermzellen — gebildet. Diese Zellen sind es, die zur ectodermalen Rumpfplatte verwendet werden.

Am animalen Pole können wir folgende Erscheinungen beobachten. Die centralen Zellen des animalen Poles werden von einer tiefen, ringförmigen Furche umgrenzt. Diese Furche kommt dadurch zu Stande, dass im Bereiche derselben das Protoplasma der Zellen sich von der Eimembran zurückzieht. Alle Zellen, welche innerhalb der ringförmigen Furche liegen, und auch diejenigen, welche den Boden derselben bilden, liefern die Kopfplatte (Anlage des Scheitelfeldes). Die äussere Wandung der Furche bildet den Umschlagsrand, mittelst dessen die Kopfplatte in die Serosa übergeht; wir haben schon erwähnt, dass auch dieser Umschlagsrand später in die Bildung der Kopfplatte mit einbezogen wird. Die Ectodermzellen, welche die Zone zwischen den Anlagen der Kopfplatte und Rumpfplatte einnehmen, sind schon in diesem Stadium etwas abgeflacht; diese sind es, welche zur Embryonalhülle werden.

Die Flimmerhaare sind an der ganzen Oberfläche des Ectoderms länger und kräftiger geworden. Insbesondere ist aber zu

bemerken, dass sie am animalen Pole zu einem längeren Wimperschopf ausgewachsen sind. Dieser Wimperschopf wird von denjenigen Zellen getragen, die am animalen Pole innerhalb der ringförmigen Furche liegen. Der Wimperschopf, der bis zum Ausschlüpfen der Larve persistirt, ist ein sehr wichtiges und erwünschtes Orientirungsmittel, um die Achsenverhältnisse der Larve mit denjenigen der früheren Stadien zu vergleichen. Wir können zunächst bei Vergleichung der Fig. 8 mit den Fig. 5 u. 6 constatiren, dass die Stelle, wo der Wimperschopf sich bildet, ganz genau dem animalen Pole der Gastrula entspricht. Im weiteren Verlaufe der Entwicklung sehen wir dort die Scheitelplatte, die Anlage des oberen Schlundganglions, entstehen. Wir können in diesem Falle mit Sicherheit nachweisen, dass die Scheitelplatte genau dem animalen Pole der Gastrula entspricht.

Mit der kräftigeren Ausbildung der Bewimperung wird die Bewegung des Embryo eine lebhaftere. Die Embryonen nehmen eine Art der Bewegung an, die sie bis zum Ausschlüpfen beibehalten. Sie schwimmen mit dem animalen Pol nach vorwärts und rotiren zugleich rasch um diese Achse.

Die Bewimperung des Embryo sichert ihn wahrscheinlich vor dem zu Boden sinken, denn in den Versuchsgläsern steigen die Embryonen, sobald sie die Bewimperung erlangen, vom Boden gegen die Oberfläche. Sie sammeln sich dicht unter der Oberfläche ringsherum am Rande des Glases, sowohl auf der Lichtseite als auch an der Schattenseite. Erst nach dem Auftreten der Augenflecken scheinen sie die Lichtseite zu bevorzugen.

In Fig. 10 und 11 sind zwei optische Durchschnitte jenes Stadiums dargestellt, wo sich die Sonderung des Mesoderms vollzieht. Bei Betrachtung des optischen Medianschnittes (Fig. 10) sehen wir, dass der hintere Rand des Endodermfeldes, der durch die Mesodermzellen markirt ist, viel weiter nach innen liegt als der vordere; er ist stark nach innen verschoben und zwar in Folge des Vorwachsens der hinteren angrenzenden Ectodermzellen.

Wichtige Veränderungen betreffen die Mesodermzellen; diese werden hier schon sichtlich aus der Reihe der anderen Zellen herausgedrängt, indem die angrenzenden Ectoderm- und Endodermzellen an der Oberfläche gegeneinander wachsen. — Bei genauerer Vergleichung der Fig. 8 mit Fig. 10 sehen wir ferner, dass in letzterer die Mesodermzellen eine geringere Grösse besitzen. Die Urzellen des Mesoderms gaben nämlich schon, während sie in die Tiefe zu rücken anfingen, Theilstücke in der Richtung gegen das

vordere Ende des Gastrulamundes ab. Die Zelle in Fig. 10 ist daher nicht mehr eine vollständige Urzelle. Wir können die abgeschnürten Theilstücke am besten an einem optischen Frontalschnitt nachweisen; sie liegen zwischen Ectoderm und Endoderm ganz nahe vom seitlichem Gastrula-Mundrande (Fig. 11).

Die Theilungsproducte jeder Urmesodermzelle sind ungleich gross; das an der ursprünglichen Stelle verbleibende Theilstück (M P Fig. 10) ist viel grösser, als das andere nach vorne zwischen die beiden primären Keimblätter hineinrückende (Fig. 11 mes). Die Anzahl der Mesodermzellen ist jetzt auf vier vermehrt. Wir können die hinteren, an der ursprünglichen Stelle verbleibenden Zellen, die noch nach vielen folgenden Theilungen eine überwiegende Grösse im Vergleich zu den übrigen Mesodermzellen bewahren, als „Polzellen“ des Mesoderms unterscheiden.

Es ist nothwendig, die Terminologie für diesen oftmals wiederkehrenden Modus der Mesodermentwicklung festzustellen. Wir wollen jene zwei Zellen, die paarig, je eine auf jeder Seite der Medianebene liegen (oder deren unpaaren Vorläufer), und welche die Anlage des gesammten Mesoderms bilden, als „Ur-Mesodermzellen“ bezeichnen. Jene grösseren Zellen, die nach Vermehrung der Mesodermzellen, oft längere Zeit an dieser Stelle persistiren und das Hinterende der „Mesodermstreifen“ bilden — von diesen Zellen kann ein oder auch mehrere Paare (Tubifex, Clepsine) vorhanden sein, — wollen wir als „Polzellen des Mesoderms“ bezeichnen.

Es sind Fälle denkbar, wo die Mesodermstreifen nicht von zwei Urzellen, sondern von einer Mehrzahl von Zellen ihren Ursprung nehmen, aber trotzdem sich durch den Besitz von zwei hinteren Polzellen auszeichnen. In jenen mehrfach beobachteten Fällen aber, wo die Mesodermbildung von zwei Urzellen ausgeht, sind die Polzellen die directen Nachfolger derselben in Bezug auf Lage, Beschaffenheit und bildnerische Fähigkeit, sie sind gleichsam persistirende Urzellen.

Betrachten wir nun ein etwas späteres Stadium (Fig. 12 bis 14). Wir sehen hier die Polzellen schon von der Begrenzung der Oberfläche ausgeschlossen aber noch immer zwischen die angrenzenden Zellen des Ecto- und Endoderms gewissermassen eingekeilt (Fig. 12). An einem optischen Durchschnitte, der senkrecht auf die Gastrulaachse geführt ist, sehen wir, dass die Polzellen zugleich von der Medianebene durch dazwischen sich einschiebendes Endoderm abgedrängt werden (Fig. 13). Wir haben in derselben Fig. 13 auch

die zwei kleineren Mesodermzellen, die bei veränderter Einstellung, mehr dem animalen Pole genähert, zu beobachten sind, mit punctirten Linien angedeutet.

In diesem Stadium ist also die Sonderung des Mesoderms vollendet, der Gastrulamund ist aber noch vollkommen offen (Fig. 12).

Die Einwucherung des Ectoderms am hinteren Rande des Gastrulamundes ist nun noch weiter gediehen. Die Zellen derselben liefern den Rückentheil der Rumpfplatte; sie müssen, wie vorauszusehen ist, dabei noch bedeutende Lageveränderungen erfahren.

Der Bauchtheil der Rumfplatte entsteht in der Folge speciell von den seitlichen Zellen des Gastrulamundes aus, indem dieselben bei der Gastrulaschliessung sich in der Mittellinie vereinigen. Die Polzellen des Mesodermus, die jetzt noch das hintere Ende des Gastrulamundes markiren, bezeichnen später ebenso die Grenze zwischen Rückentheil und Bauchtheil der Rumpfplatte, also das hintere Ende der Bauchseite, oder den hinteren Körperpol (vergl. Fig. 25).

Die Endodermzellen sind im Verlaufe der letzten Stadien (Fig. 8 bis 12) bedeutend niedriger geworden.

Wir können hier noch einige interessante Veränderungen beobachten, welche die Embryonalhüllenbildung betreffen. Die Zellen der Serosa wachsen über die Zellen, welche die Anlage der Rumpfplatte bilden, hinaus gegen den vegetativen Pol vor; sie bleiben dabei in stetem Contact mit der Eimembran. In Fig. 12 ist die offene Stelle, wo der Eimembran keine Serosazellen anliegen und wo dieselbe demzufolge flimmerlos ist, schon viel kleiner als in Fig. 10; zudem erfolgt das Vorwachsen der Serosa von den Seiten her rascher, so dass die offene Stelle einen ovalen Umriss gewinnt (in Fig. 14 mit punctirter Linie gezeichnet).

Wir sehen ferners eine Bildung auftreten, die zu den Embryonalhüllen in inniger Beziehung steht. Man kann nämlich eine Fortsetzuug der ringförmigen Furche beobachten, die sich in Form eines engen Canales längs der ganzen Rückenseite erstreckt. Dieser Canal entsteht genau so wie die Ringfurche, indem das Protoplasma an dieser Stelle von der Eimembran sich zurückzieht. Wir können diesen Canal auf einem optischen Schnitte, der senkrecht auf die Gastrulaachse geführt ist, sehr gut beobachten (Fig. 13); an der Begrenzung desselben betheiligen sich zwei eigenthümlich geformte symmetrische Zellen. Auch bei Einstellung des Tubus

auf die Oberfläche kann man diesen Rückencanal sehr gut verfolgen. In Fig. 14 ist bei Ansicht des Embryos vom animalen Pole aus der Verlauf der Ringfurche und des Canales an der Oberfläche der animalen Seite dargestellt; dann ist auch der weitere Verlauf des Canales an der vegetativen Seite, der bei tiefer Einstellung verfolgt werden kann, in diese Figur mit punctirten Linien eingetragen. Wir sehen, dass der Canal an der animalen Seite von der ringförmigen Furche seinen Ausgang nimmt und auf der vegetativen Seite in den freien Rand der Serosa — der ebenfalls mit punctirten Linien in diese Figur eingezeichnet ist — übergeht.

Es ist hier zu erwähnen, dass die Bildung dieses Canales schon früher, sogleich nach Entstehung der Ringfurche beginnt. Die Ringfurche zeigt zunächst gegen die Rückenseite zu eine zipfelförmige Ausbuchtung (siehe Fig. 9 und Fig. 8 a) die rasch als Rückencanal weiterwächst, um endlich den freien Rand der Serosa zu erreichen.

Dieser Canal gibt auch ein sicheres Merkmal für die richtige Orientirung der nachfolgenden Entwicklungsstadien ab, da durch denselben die Rückenseite auffallend gekennzeichnet ist.

In den Stadien, welche in Fig. 15 bis 24 dargestellt wurden, sind zweierlei wichtige Vorgänge besonders zu beachten: 1. die Gastrulaschliessung und Bildung der Rumpfplatte; 2. die Ausbildung der Mesodermstreifen.

Die Gastrulaschliessung schreitet ganz allmälig von hinten nach vorne zu fort. Das Vorrücken des hinteren Gastrulamundrandes ist an den optischen Medianschnitten (Fig. 15, 17, 18, 19, 22) sehr deutlich zu verfolgen. Die Polzelle des Mesoderms, welche die ursprüngliche Stelle des hinteren Gastrulamundrandes bezeichnet, dient bei der Vergleichung der Stadien zur besseren Orientirung. Man sieht schon in Fig. 15, dass die von hinten eingewucherte Ectodermschichte über die Polzellen hinaus sich fortsetzt. Diese Fortsetzung kann nicht durch weiteres Hineinwachsen des Ectoderms von hinten her erklärt werden, da schon im früheren Stadium (Fig. 12) dort die Ectodermzellen der Rückenplatte von der Serosa sich scharf absetzten. Es ist evident, dass dieses Fortwachsen der Rumpfplatte auf die seitlichen Ectodermzellen zurückzuführen ist, die wir in den früheren Stadien kennen lernten. In Fig. 17 und 18 sehen wir die Rumpfplatte noch weiter über die Polzellen hinaus fortgesetzt. Man kann auch bei Betrachtung des Embryo vom vegetativen Pole aus den früher

offenen Gastrualamund in seiner hinteren Hälfte durch die vorgeschobene Rumpfplatte verlegt sehen. In Fig. 19 reicht die massige Rumpfplatte schon bis in die Region des Mundes. Es ist aber das Materiale der seitlichen Ectodermzellen noch nicht aufgebraucht. Dieselben wuchern nun rings um den letzten Rest des Gastrulamundes nach einwärts und bilden die Anlage des Oesophagus (Fig. 22, 23). Der letzte Rest des Gastrulamundes bildet also die innere Oeffnung der Oesophagusanlage.

Die Schliessung des Gastrulamundes führt aber nicht nur zur Bildung der Rumpfplatte durch Vereinigung der seitlichen Ectodermzellen, es wachsen auch die Randzellen des Endoderms in der Medianlinie zusammen und bilden nun die ventrale Seite des Endodermrohres; wir sehen, soweit die Rumpfplatte reicht, auch eine ventrale Endodermschichte vorwachsen. Durch die Schliessung des Gastrulamundes gelangt allmälig der ganze anfangs freie Rand der Endodermschichte weiter nach innen, in dasselbe Niveau, in welchem der hintere Rand des Endoderms schon vor der Schliessung (Fig. 12) lag.

Sehr wichtig für das Verständniss dieser Processe ist die Vergleichung der optischen Frontalschnitte. Schon die Vergleichung von Fig. 9 und 11 zeigte uns, wie die seitlichen Ectodermzellen von der Serosa überwachsen werden, und weiter nach innen rücken. Dabei sind sie von Endoderm deutlich abgegrenzt und histologisch gut von demselben unterscheidbar. In Fig. 20 sehen wir nun durch die Schliessung des Gastrulamundes sowohl das Endodermrohr gebildet, als auch durch Verwachsung der seitlichen Ectodermzellen die Rumpfplatte zu Stande gekommen. Sowohl das Endoderm als auch die Rumpfplatte haben hier im Querschnitt scheinbar an Masse zugenommen; das ist daraus zu erklären, dass diese Anlagen in Bezug auf die Längendimension abgenommen haben (vergl. Fig. 15—19); auch ist zu beachten, dass die Rumpfplatte hier am breitesten ist und auf einem parallelen optischen Frontalschnitt, der durch die Region der Polzellen geführt ist, viel schmäler erscheint (Fig. 21). Dieser zweite optische Frontalschnitt ist auch für unsere Vorstellung von der Form und Entstehung der Rumpfplatte überhaupt von Bedeutung. Wir sehen, wie der Rückencanal sich ganz allmälig in den Amnion-Hohlraum unter der Rumpfplatte erweitert, und wie auch der von hinten einwuchernde Theil der Rumpfplatte eine directe Fortsetzung jener zwei keilförmigen Zellreihen ist, die wir an den optischen Durchschnitten unterhalb des Rückencanales beobachteten (Fig. 13, 16).

In Fig. 20 und 21 sehen wir die Rumpfplatte noch mittelst eines amnionartigen Umschlagsrandes in die Serosa übergehen. Dieser Umschlagsrand zieht sich aber sehr bald zum grossen Theil in die Rumpfplatte zurück (Fig. 24). Der Zusammenhang der Rumpfplatte mit der Serosa wird dadurch weit nach den Seiten hinauf verschoben.

Wenden wir uns nun der Entwicklungsgeschichte der Mesodermstreifen zu. In Fig. 15 und 16 können wir eine weitere Grössenabnahme der Polzellen des Mesoderms beobachten, und wir sehen, dass dieselbe darin ihren Grund hat, dass jede Polzelle ein neues Theilstück nach vorne zu abgestossen hat, welches das schon früher abgesonderte, erste, vor sich herschiebt (Fig. 16). Es sind so zwei kurze Mesodermstreifen, die aus je drei Zellen bestehen, gebildet. Die Polzellen verkleinern sich noch durch fortgesetzte Abschnürung von Zellen, die sich dem Mesodermstreifen anschliessen, ohne dass derselbe aber dadurch bedeutend verlängert würde, denn er nimmt nur die kurze Strecke vom Hinterende des Bauchtheiles der Rumpfplatte bis zur Mundregion ein (Fig. 22). Der Mesodermstreifen, der zuerst aus einer Reihe von Zellen bestand, wird dann durch Theilung der Zellen zunächst zweireihig. Sodann schiebt sich bei weiterer Zelltheilung eine dritte Zelle (im Querschnittsbild eine Zelle, in toto selbstverständlich eine Mehrzahl von Zellen, eine Zellreihe) nach innen über die anderen Zellen, wodurch der Mesodermstreifen — zuerst an seinem vorderen Ende — zweischichtig wird. Die zwei äusseren Zellen sind die Anlage der Hautmuskelplatte, die innere Zelle liefert die Darmfaserplatte (Fig. 20, 24).

Man kann in dem vorliegenden Falle mit grosser Sicherheit nachweisen, dass die Mesodermstreifen durchaus von den Urzellen abstammen, dass nichts vom Ectoderm oder Endoderm secundär hinzugekommen ist. Denn man kann erstens mit jeder Vermehrung der Mesodermzellenmasse eine Verkleinerung der Polzellen constatiren. Zweitens kann man stets die Unabhängigkeit der Mesodermstreifen von den zwei anderen Blättern beobachten (Fig. 20). Erst später, nachdem dieselben schon weit ausgebildet und zweischichtig geworden sind, legen sie sich so enge an das Ectoderm und Endoderm an, dass sie förmlich in einen Ausschnitt jener beiden Blätter hineingepresst scheinen (Fig. 26). Drittens kommt man bei sorgfältigster Vergleichung der Massenverhältnisse zu der Ueberzeugung, dass das Volumen der zwei Mesodermstreifen mit dem Volumen der zwei Urzellen des Mesoderms übereinstimmt.

Ueber die Lagebeziehungen der Mesodermstreifen ist Folgendes zu bemerken. Die Polzellen des Mesoderms werden schon während

ihres Einwärtswanderns seitlich auseinandergedrängt (Fig. 13, 16). Von diesen Zellen aus erstrecken sich die Anlagen der Mesodermstreifen längs des Gastrulamundrandes nach vorne; wir sehen die Zellen des einreihigen Mesodermstreifens seitlich an der Grenzlinie von Ectoderm und Endoderm liegen (Fig. 11). Während nun die Ränder dieser beiden Blätter bei der Gastrulamundschliessung gegen die Medianlinie wachsen, verbleiben die Mesodermstreifen in ihrer seitlichen Lagerung (Fig. 20). Sie legen sich in der Folge dichter an die seitlichen Theile der Rumpfplatte (Fig. 24) und erstrecken sich vom Hinterende bis in die Nähe des Mundes.

Die Serosa ist im Verlaufe der zuletzt beschriebenen Stadien langsam zur vollkommenen Schliessung gekommen (Fig. 22); es bleibt nur in der Medianlinie eine ganz schmale freie Stelle, als dauernde offene Naht zurück (Fig. 20, 21); diese Naht erstreckt sich vom vegetativen Pole gegen den Rücken zu und setzt sich continuirlich in die Ränder des Rückencanales fort. Das Verhältniss des Umschlagrandes der Rumpfplatte zur Serosa und das secundäre Zurückziehen desselben wurde schon oben erörtert (vergl. Fig. 20 u. 24).

Die Höhle zwischen Rumpfplatte und Embryonalhülle kann ihrer Genese nach als Amnionhöhle bezeichnet werden, obwohl sie nach Rückbildung des Amnions nach Aussen direct von der Serosa begrenzt wird. Wir wollen diese Amnionhöhle speciell als Rumpf-Amnionhöhle bezeichnen, im Gegensatz zu dem Ringcanal, den wir als Kopf-Amnionhöhle auffassen, Kopf-Amnionhöhle und Rumpfamnionhöhle stehen mit einander durch den Rückencanal in Verbindung, der demnach dem System der Amnionhöhlen angehört; wir wollen denselben demgemäss auch Amnioncanal nennen.

Am Amnioncanal hat sich, dort wo er vom Ringcanal abgeht, in den letzten Stadien eine eigenthümliche Erweiterung ausgebildet (Fig. 31).

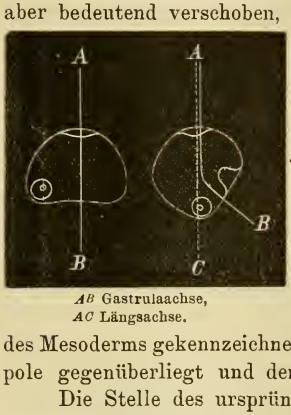
In Fig. 31 ist das gegenseitige Verhältniss der Amnionhöhlen an einem etwas älteren Stadium zur Anschauung gebracht Es ist hier hervorzuheben, dass die Serosa im Verlaufe ihrer Schliessung bedeutend dünner geworden ist, und zwar in höherem Grade, als dies durch ihre grössere Ausbreitung bedingt wäre (Fig. 19, 22, 23). Diese Massenabnahme ist schwer zu erklären; vielleicht gibt die Serosa Stoffe ab, die zur Ernährung der Embryonaltheile dienen. Die Serosa nimmt auch in den weiteren Stadien noch fortwährend an Masse ab.

Wir wollen nun die zu Ende dieser Periode auftretende sehr wichtige Veränderung der Achsenverhältnisse betrachten.

Die vom animalen zum vegetativen Pole gezogene Achse, die Hauptachse des Gastrulastadiums, stimmt durchaus nicht mit der späteren Hauptachse, der von dem vorderen zum hinteren Pole gezogenen Längsachse, des Larventypus überein.

Der animale Pol des Gastrulastadiums (Fig. 6, 8) stimmt wohl mit dem vorderen Körperpol der Larve überein, denn es entsteht an dieser Stelle die Scheitelplatte, welche den vorderen Körperpol markirt.

Der andere Pol der Gastrulaachse, der vegetative Pol, wird aber bedeutend verschoben, er wird nicht zum hinteren Körperpole und liegt also nicht mehr dem früheren animalen Pole diametral gegenüber.



AB Gastrulaachse,
AC Längsachse.

Es kommt demzufolge eine andere mediane Körperstelle dem animalen, jetzt vorderen Körperpole gegenüber zu liegen, und zwar ist es der mesodermale Rand des Gastrulamundes, den wir schon früher anticipirend als hinteren Rand bezeichneten, und welcher auch nach Schliessung des Gastrulamundes durch die Polzellen des Mesoderms gekennzeichnet bleibt, der nun dem vorderen Körperpole gegenüberliegt und demnach den hinteren Pol bildet.

Die Stelle des ursprünglichen vegetativen Poles ist nach der Bauchseite, ungefähr in die Mitte zwischen Mund und Hinterende verschoben.

Diese Veränderung der Achsenverhältnisse ist in vorstehendem Holzschnitt dargestellt.

Wir wollen nun die Processe, durch welche die geschilderte Umwandlung der Achsenverhältnisse erfolgt, im Einzelnen genauer in's Auge fassen.

Nachdem die Schliessung des Gastrulamundes weit vorgeschritten ist, sind hier bei Sipunculus die Achsenverhältnisse des Gastrulastadiums noch ziemlich erhalten (Fig. 19). Jene secundären Achsenverhältnisse, die dem Grundplan der Larve entsprechen, kommen nun durch eine Reihe rasch ablaufender Lageveränderungen der Rumpfplatte zu Stande.

Zunächst ist eine Lageveränderung zu beobachten, welche den Rückentheil der Rumpfplatte betrifft. Dieselbe ist am besten

aus der Vergleichung der Fig. 19, 22 mit der Fig. 23 ersichtlich. Der hinter den Polzellen des Mesoderms gelegene Theil der Ectodermeinwucherung hat seine Richtung um ungefähr 90° geändert. Dabei hat ein ähnliches Hinaufrücken der Stelle, wo der Zusammenhang mit der Serosa besteht, stattgefunden, wie dies gleichzeitig an den Seiten der Rumpfplatte erfolgt.

Diese Umlagerung der hinteren Ectodermeinwucherung führt schon zu den späteren Achsenverhältnissen hin. Denn erstens wird jene Stelle der Rumpfplatte, welche durch die Polzellen des Mesoderms bezeichnet ist, durch diesen Process derart verschoben, dass sie mehr dem animalen oder vorderen Pole gegenüber zu liegen kommt; zweitens nimmt die sogenannte hintere Ectodermeinwucherung eine dorsale Lagerung an, wie dies ihre Bestimmung als Rückentheil der Rumpfplatte erfordert.

In den nachfolgenden Stadien (Fig. 25, 27) rückt die dorsale Ansatzstelle der Rumpfplatte an der Serosa noch weiter hinauf, wobei die dorsale Lage des Rückentheils der Rumpfplatte noch schärfer sich ausprägt.

Viel bedeutender ist aber die Lageveränderung, die gleichzeitig der Bauchtheil der Rumpfplatte erfährt. Diese Lageveränderung beruht, sowie die des Rückentheils, darauf, dass der vordere Ansatzpunkt der Rumpfplatte an die Serosa — das ist in diesem Falle der vordere Rand des Mundes — weit nach vorne sich verschiebt. Dadurch wird der Bauchtheil der Rumpfplatte, der anfangs in der Ebene des Gastrulamundes lag (Fig. 19, 22), immer mehr in die ventrale Lage übergeführt (Fig. 23, 25, 27). Die Verschiebung des vorderen Mundrandes ist viel ausgiebiger als jene des dorsalen Randes der Rumpfplatte; sie geht so weit, dass die Kopfplatte und Rumpfplatte an diesem Punkte in Berührung kommen. Die Verschiebung des ventralen Randes der Rumpfplatte, des vorderen Mundrandes nämlich, beginnt später als die Verschiebung des dorsalen Rumpfplattenrandes; sie dauert aber viel länger an und wird daher viel später beendigt.

Die Rumpfplatte bildet nun einen bandförmigen Streifen, dessen Längsdimension in die Medianlinie fällt, sie ist in jenem Theile, der die Mundöffnung trägt und sich gegen die Kopfplatte vorschiebt, zungenförmig verschmälert.

So kommt es, dass im optischen Medianschnitt die Verwachsung der Embryonalplatten schon weit vorgeschritten und der Embryo nahezu geschlossen scheint, während wir an den Querschnitten die Kopfplatte und Rumpfplatte noch weit von

einander entfernt und den Embryo an den Seiten noch weit offen sehen. Im optischen Medianschnitt erscheint die Form des Embryo ähnlich derjenigen der typischen Trochophoralarve.

Ich will auf die histologischen Veränderungen, die während dieser Entwicklungsperiode erfolgen, hier nicht näher eingehen. Ich will nur hervorheben, dass die drei Keimblätter histologisch stets von einander wohl unterscheidbar sind. Namentlich die Endodermzellen — die einige Formveränderungen durchmachen, welche am Besten aus den Abbildungen ersichtlich sind — treten immer mehr durch ihre hellere Beschaffenheit hervor. — Die Mesodermzellen sind etwas feinkörniger als die Ectodermzellen. An der Serosa, deren Zellen immer dünner werden, verschwinden die Zellgrenzen und allmälig auch die Zellkerne.

IV. Periode der Embryonalentwicklung.

Entwicklung der Larvenorgane und Verwachsung der Embryonaltheile.

Mit den Stadien, die wir zum Schlusse der vorhergehenden Entwicklungsperiode betrachteten, ist jene äussere Körperform erreicht, die der Embryo im Wesentlichen bis zum Abwerfen der Hüllen beibehält. Sie wird durch die Verwachsung der Embryonaltheile nur vervollständigt, in ihren Grundzügen aber nicht verändert. Erst beim Ausschlüpfen nimmt der Embryo die verlängerte Körperform der Larve an.

Bei der Verwachsung der Embryonaltheile kann man zweierlei Processe unterscheiden. Zuerst findet die Verwachsung des Bauch- und Rückentheils der Rumpfplatte in den Seitenlinien statt; Bauch- und Rückentheil der Rumpfplatte hängen nämlich am Hinterende wohl mit einander zusammen, wie der optische Medianschnitt lehrt, sind aber in den Seitenlinien anfangs durch einen breiten Spalt getrennt, wovon man sich an den optischen Querschnitten (Fig. 35, 36, 38) überzeugen kann. In zweiter Linie erfolgt dann die Verwachsung der Kopfplatte mit der Rumpfplatte.

Während die äussere Körperform keine typische Veränderung erfährt, ist die Ausbildung der inneren Organe in dieser Entwicklungsperiode von grösster Bedeutung.

Wir sahen in den vorhergehenden Stadien ausser den Keimblättern nur noch den Oesophagus angelegt. Von dieser niedrigen Stufe ihren Ausgangspunkt nehmend, erfährt die innere Organisation während dieser Entwicklungsperiode jene Ausbildung, welche wir an der ausschlüpfenden Larve beobachten. Und die aus-

schlüpfende Larve besitzt schon die meisten Organe des Sipunculus typus bis auf den Bauchstrang und die Blutgefässe. In der vorliegenden Entwicklungsperiode bilden sich demnach die Scheitelplatte mit Augenflecken, der Hinterdarm, die Gliederung des Darmes, die Rumpfniere, die Retractoren, ausserdem als Larvenorgane die Oesophagusdrüse, der Schlundkopf und der postorale Wimperkranz aus.

Wir können diese Entwicklungsperiode wieder in zwei Abschnitte theilen; in dem ersten Abschnitt findet die Bildung der Organe statt (Fig. 25—38), in dem zweiten Abschnitt erfolgt die Schliessung des Embryo (Fig. 38—44).

Wir wollen nun diese Entwicklungsprocesse durch specielle Betrachtung der aufeinanderfolgenden Stadien genauer kennen lernen.

Die nächsten wesentlichen Veränderungen betreffen die Mesodermstreifen. Nachdem dieselben zweischichtig geworden sind, nehmen die Zellen derselben einen epithelartigen Charakter an (Fig. 26); man sieht sie auf dem Querschnitt in regelmässiger Weise um die gerade scharfe Contour angeordnet, welche die beiden Schichten des Mesoderms von einander trennt. An der medianen und lateralen Seite gehen die beiden Schichten mittelst keilförmiger Zellen ineinander über.

Alsbald beginnen die Mesodermstreifen sich sowohl in medianer, als auch in lateraler Richtung auszubreiten, wobei die Zellen derselben etwas niedriger werden (Fig. 28) Zugleich heben sich die beiden Schichten von einander ab, so dass ein spaltförmiger Hohlraum zwischen denselben entsteht. Da der rechte und linke Mesodermstreifen weit von einander entfernt liegen, so sind auch die beiden Hohlräume derselben von einander räumlich vollkommen getrennt.

Betrachten wir ein etwas älteres Stadium, das in Fig. 29 und 30 dargestellt ist. Auf dem optischen Längsschnitt (Fig. 29) sehen wir, dass sich das Vorderende der Rumpfplatte schon an die Kopfplatte angelegt hat; dies kommt dadurch zu Stande, dass der vordere ventrale Theil der Rumpfplatte sich in die Länge streckt, wobei er sich immer mehr zungenförmig verschmälert. Man vergleiche Fig. 28 und 30, wo die Ausdehnung der Rumpfplatte an der Oberfläche mit punctirten Linien eingetragen ist. Der Oesophagus ist etwas länger geworden. An der Rückenseite, unweit vom hinteren Körperpole, also dicht hinter den Polzellen des Mesoderms, hat sich eine seichte Einbuchtung des Ectoderms

gebildet; dies ist die erste Andeutung des Hinterdarmes. An der Kopfplatte sind zwei seitliche, braune Pigmentflecke aufgetreten; dieselben sind anfangs noch ziemlich blass. — Das Endoderm beginnt sich in zwei Abschnitte zu sondern, einen grösseren vorderen Theil, den Magenabschnitt, und einen hinteren kleineren Fortsatz, den Darmabschnitt.

Die Mesodermstreifen haben sich nur wenig nach vorne ausgedehnt, sie reichen noch nicht einmal bis zur Mundgegend. Am Hinterende derselben finden sich noch ziemlich grosse Polzellen. Aber unter den Mesodermzellen zeichnet sich jederseits eine durch besondere Eigenthümlichkeiten aus, und wir sehen später, dass diese Zellen sich als sehr wichtig erweisen. Wir finden nämlich ungefähr in der Mitte der Länge eines jeden Mesodermstreifens eine Zelle, die sich durch ihre, anfangs schwache, später immer deutlicher hervortretende, schwefelgelbe Färbung und durch ihre rundliche Form auszeichnet. Die Färbung ist durch gelbe Körnchen des Protoplasma bedingt und diese Körnchen sind deutlich in radiären Linien, die vom hellen Zellkern ausstrahlen, angeordnet. Auf dem optischen Querschnitt (Fig. 30) können wir uns genauer über die Lage dieser Zellen unterrichten; sie liegen nahe am lateralen Rande der Mesodermstreifen und gehören der einschichtigen Hautmuskelplatte an. Diese Zellen sind so auffallend, dass man sie schon am rotirenden Embryo als zwei pigmentirte Flecke bemerkt und zur raschen Orientirung desselben benützen kann, da die beiden Zellen bei der Seitenansicht sich optisch decken, bei der Frontalansicht weit auseinander liegen. Durch diese überaus günstigen Umstände unterstützt, können wir diese Zellen leicht in den weiteren Stadien verfolgen und ihre Bestimmung erforschen. Wir finden, dass dieselben zum Aufbau der Rumpfniere verwendet werden. Die Abstammung der Rumpfniere vom Mesoderm kann hier mit grosser Sicherheit verfolgt werden.

Wir müssen hier noch einiger Veränderungen an der Embryonalhülle, der Serosa, Erwähnung thun. Die Serosa wird, wie schon früher bemerkt wurde, immer dünner, auch verschwinden am lebenden Objecte alsbald die Zellgrenzen und Zellkerne; man kann zunächst noch an den Anschwellungen der einzelnen Zellen ihre Ausdehnung erkennen, später bei zunehmender Verdünnung verschwindet auch dieses Merkmal (Fig. 37 bis 44) und die Serosa hat dann das Aussehen einer dünnen Protoplasmaschichte. Bei der Verdünnung der Serosa erleidet auch der Amnioncanal eine Veränderung. Die zwei keilförmigen Zellen, die den Boden des Amnioncanales bildeten

(vergl. Fig. 16), sind nämlich in den vorliegenden Stadien nicht mehr an dieser Stelle zu finden (Fig. 34); vielleicht sind dieselben seitwärts gerückt und auf ähnliche Weise verdünnt, wie die übrigen Serosazellen. Der Amnioncanal hat also seinen Boden verloren und damit den Charakter eines Canals eingebüsst; er ist nun nichts Anderes als ein Spalt der Serosa, genau von derselben Beschaffenheit, wie der Spalt in der Nahtlinie der Serosa (Fig. 35, 36). Dieser Rest des Amnioncanales ist jetzt nichts Anderes als eine directe Fortsetzung der Nahtlinie längs des ganzen Rückens bis zum Ringcanal (Kopfamnionhöhle) Fig. 31.

In den nächsten Stadien betreffen die weitaus bedeutendsten Veränderungen das Mesoderm. So sind in dem in Fig. 32 bis 36 dargestellten Stadium alle Ectoderm- und Endodermgebilde nur wenig weiter entwickelt, als in dem Stadium der Fig. 29, 30; die Mesodermgebilde zeigen aber wesentliche Fortschritte.

Die Mesodermstreifen haben sich sehr ausgedehnt, so dass man sie nun nicht mehr als Streifen bezeichnen kann, und zwar sowohl in die Breite, das ist in lateraler und medianer Richtung, als auch in die Länge, nach vorne gegen die Kopfplatte zu.

Durch das Wachsthum in medianer Richtung sind die beiden Mesodermstreifen längs der ventralen Medianlinie zur Vereinigung gekommen. Die beiderseitigen Leibeshöhlen sind noch nicht mit einander vereinigt, sie sind noch durch eine mediane Zellmasse, ein ventrales Mesenterium, geschieden (Fig. 34 bis 36), welches durch die Verwachsung der medianen Ränder der beiden Mesodermstreifen entstanden ist. Dicht hinter dem Munde beginnt aber dieses Mesenterium, welches nur sehr kurze Zeit bestehen bleibt, schon jetzt zu schwinden (Fig. 35). In lateraler Richtung wachsen die beiden Schichten des Mesoderms so rasch, dass sie bald den seitlichen Rand der Rumpfplatte weit überragen. Das Darmfaserblatt wächst dabei immer längs des Endoderms fort, indem es sich überall an dasselbe anlegt. Die Hautmuskelplatte aber bildet dort eine selbstständige, über den Ectodermrand hinausragende Schichte (Fig. 33, 34, 35). Am freien Rande geht das Darmfaserblatt noch immer in die Hautmuskelplatte über.

Nach vorne sind die Mesodermstreifen so weit vorgewachsen, dass wir sie auf dem Querschnitt schon zu beiden Seiten des Oesophagus finden (Fig. 34).

Die Mesodermzellen sind bei der weiteren Ausbreitung der Schichten kleiner und niedriger geworden; besonders die Zellen des Darmfasernblattes sind stark abgeplattet. Die Polzellen sind wohl

schon bedeutend kleiner geworden, aber noch immer von den übrigen Mesodermzellen wohl unterscheidbar (Fig. 32).

Den obigen Auseinandersetzungen gemäss sehen wir das Mesoderm auf dem Medianschnitt bis an den Mund heranreichen Fig. 32). Auch der Frontalschnitt (Fig. 33) zeigt uns, dass das Mesoderm schon weit nach vorne sich ausgebreitet hat. Sehr wichtig für das Verständniss der Mesodermausbreitung sind auch die Querschnitte. An einem optischen Querschnitt durch die Mundregion, sehen wir, dass die zweischichtigen Mesodermstreifen und auch die Höhlen derselben sich bis zu den Seiten des Oesophagus erstrecken (Fig. 34); sie ragen hier aber seitwärts weit über die schmale Ectodermplatte hinaus. Auf dem Querschnitt, der durch die Region hinter dem Munde geführt ist (Fig. 35), sehen wir die Mesodermstreifen in der Medianlinie vereinigt; seitwärts ragen die Mesodermschichten auch hier weit über die schmale ventrale Ectodermplatte, sie reichen bis an den Rand des Rückentheils der Rumpfplatte heran. Auf einem Querschnitt, der noch weiter hinten durch die Region der zwei gelben Nierenzellen geführt ist (Fig. 36), überbrückt das Mesoderm den seitlichen Spalt und rückt am Rückentheil der Rumpfplatte schon weit gegen die dorsale Mittellinie vor.

Von besonderem Interesse ist das Verhalten des Mesoderms zum Oesophagus. Dort, wo das Mesoderm an den Oesophagus stösst, krümmen sich beide Mesodermschichten nach innen. Dies ist sowohl am hinteren Mundrande der Fall (Fig. 32), als auch an den Seitenrändern (Fig. 34). Die nach innen wachsende Fortsetzung der Hautmuskelplatte ist es nun, die den mesodermalen Ueberzug des Oesophagus liefert, während die dieselbe begleitende Darmfaserschichte die angrenzenden Theile des Magens überzieht. Zum Verständniss dieses Verhältnisses wird auch die Betrachtung des Frontalschnittes wesentlich beitragen (Fig. 33). Der Oesophagus erhält also zunächst an seiner ventralen (der jetzigen Lage nach hinteren) Wandung und an den Seiten einen mesodermalen Ueberzug (Fig. 33). Diese Zellen breiten sich später selbstständig, ohne begleitende Darmfaserplatte, bis auf die Rückenseite (vordere Seite) des Oesophagus aus.

Wir wollen auch unsere besondere Aufmerksamkeit den gelben Nierenzellen zuwenden. Dieselben haben trotz der Ausbreitung des Mesoderms ihr Lageverhältniss zu den Embryonaltheilen unverändert beibehalten (vergl. Fig. 29 und 32 und Fig. 30 und 33). In Fig. 30 sahen wir die Nierenzellen nahe dem lateralen

Rande der Mesodermstreifen liegen. In Fig. 33 sehen wir, dass die Nierenzellen an derselben Stelle der Rumpfplatte anliegen, wie vorher, dass aber der laterale Rand der Mesodermschichten weit über die Nierenzellen hinausgewachsen ist.

Die Nierenzellen nehmen jetzt nicht mehr direct an der Begrenzung der Leibeshöhle Theil; sie sind von einer Zellenschichte, einem Peritonealüberzug, überwachsen. Sie bilden mit demselben einen ansehnlichen, in die Leibeshöhle vorspringenden Höcker.

Bei genauer Vergleichung der Fig. 30 und 33 sehen wir, dass in letzterer die gelben Zellen etwas kleiner sind. Dies mag daher rühren, dass die ursprünglichen Nierenzellen sich je in eine gelbe und eine farblose Zelle getheilt haben; und wahrscheinlich wiederholt sich dieser Vorgang nochmals. Die Nierenanlage besteht dann aus einer gelben und einer kleinen Zahl farbloser Zellen (Fig. 37).

Wir wollen die Veränderungen, die der Embryo in den nächsten Stadien erfährt, an der Fig. 37 und 38 erläutern.

Die Kopfplatte ist inniger mit dem vorderen Mundrande verwachsen. Der dorsale Rand der Rumpfplatte ist etwas weiter gegen die Kopfplatte vorgewachsen.

Eine auffallende Vervollkommnung in seinem äusseren Aussehen erfährt der Embryo durch das Auftreten des postoralen Wimperkranzes. Dieser Wimperkranz liegt beim ausgebildeten Embryo (Fig. 41) in der äquatorialen Zone, dicht hinter der Mundregion. Seine Wimpern ragen in die Amnionhöhle hinein. In dem vorliegenden Stadium sehen wir nun die Wimpern in dieser äquatorialen Zone auftreten, und zwar sowohl ventral dicht hinter der Mundöffnung, als auch dorsal dicht hinter dem Rumpfplattenrande. Der Wimperkranz möchte auf den ersten Blick vollkommen ausgebildet scheinen. Doch lehrt der optische Querschnitt (Fig. 38), dass der Bauch- und Rückentheil des Embryo an den Seiten noch immer nicht mit einander verwachsen sind; es ist also, da der Embryo an den Seiten noch offen ist, auch der Wimperkranz an dieser Stelle unterbrochen.

In der hinteren Hälfte des Embryo tritt eine Anzahl stark lichtbrechender, blau gefärbter Körper von unregelmässiger Form auf, welche in der Ectodermschichte liegen. Sie nehmen im Verlauf der Entwicklung an Intensität der Färbung und an Grösse zu. Sie sind von unregelmässiger, aber doch charakteristischer Form; die Oberfläche ist mit kleinen Höckern besetzt, ähnlich wie bei

den Kalkkörpern mancher Holothurien. Die Zahl und Lage dieser Körper ist meist eine constante, mit der Einschränkung, dass dieselben manchmal reducirt sein können, manchmal auch ganz fehlen.

Am Oesophagus der Larve finden wir zweierlei Anhangsorgane: erstens am hinteren Mundrand eine Drüse mit wimperndem Ausführungsgang und paarigen rundlichen Drüsenmassen, zweitens einen Schlundkopf. Die Drüse beginnt im vorliegenden Stadium sich zu entwickeln. Wir finden ihre Anlage als eine tiefe enge Einsenkung, an deren blindem Ende die Zellen gegen die Leibeshöhle vorwuchern und zur Drüsenmasse sich gestalten.

Die ectodermale Hinterdarmeinstülpung hat sich zu einem kurzen Rohre ausgebildet, das bereits mit dem endodermalen Darmtheil in Communication getreten ist. Der Durchbruch des Darmes erfolgt hier früher als am innern Oesophagusende.

Bei der weiteren Ausbreitung des Mesoderms haben die beiden Schichten nicht mehr ganz gleichen Schritt gehalten; die Darmfaserplatte hat schon das ganze Endoderm umwachsen. Das Hautmuskelblatt ist nur in der hinteren Region bis auf den Rücken vorgewachsen; es bildet dort auch den Ueberzug des Hinterdarmes. Ein grosser Theil des Rückens und die Kopfplatte sind vom Hautmuskelblatt noch nicht erreicht.

Die Anlage der Rumpfniere ist jetzt ein rundlicher, wohlabgegrenzter Körper. Derselbe ist aus einer gelben und drei hellen Zellen zusammengesetzt und ausserdem mit einem Ueberzug von Peritonealzellen versehen. Die gelbe Zelle ist es, welche an das Ectoderm grenzt, während die anderen Zellen nach innen zu an dieselbe sich anschliessen. Wenn wir diese Nierenanlage mit der ursprünglichen, schon frühe auftretenden gelben Zelle vergleichen, so werden wir wohl bemerken, dass die Nierenanlage jetzt etwas grösser erscheint; doch ist der Unterschied ein unbedeutender und ich halte es für wahrscheinlich, dass die ganze vorliegende Nierenanlage von jener primären gelben Nierenzelle abstammt. Ganz zweifellos ist die gelbe Endzelle, die an das Ectoderm grenzt, von jener primären Nierenzelle abzuleiten; sollten die weiter nach innen liegenden hellen Zellen einen anderen Ursprung haben, so können sie doch nur vom Mesoderm abstammen, da sie vom Ectoderm durch die gelbe Zelle getrennt sind.

Ich will an dieser Stelle sogleich die weitere Entwicklung der Niere während der Embryonalperiode besprechen. Die hellen Zellen der Nierenanlage sind von keilförmiger Gestalt; sie schliessen

sich nicht in einer geraden Reihe an die gelbe Zelle, sondern sind derart angeordnet, dass eine Linie, die wir von der gelben Zelle ausgehend durch die Achse der anschliessenden hellen Zellen ziehen, U-förmig gekrümmt verläuft. — Dem Verlaufe dieser Linie entsprechend, entsteht ein die Zellen durchsetzendes Canälchen, nachdem die hellen Zellen sich noch durch Theilung vermehrt haben (Fig. 39, 41) und das Organ auch ein wenig gewachsen ist, ohne dass dabei die Anordnung der Zellen sich geändert hätte. Die Niere ist dadurch zu einem U-förmigen oder schleifenförmigen Rohre geworden, das mit der gelben Zelle an der Haut seinen Anfang nimmt. Das andere Ende des Canälchens öffnet sich in die Leibeshöhle und die Zellen der Peritonealhülle, welche diese Oeffnung umgeben, bilden einen ringförmigen Wall um dieselbe; dieser letztere ist die Anlage des Flimmertrichters. Die Flimmerung tritt in der Niere schon am Embryo auf.

In dem nächsten Stadium (Fig. 39) geht die Larvenorganisation ihrer Vollendung entgegen. Dicht hinter der Drüsenanlage entsteht am Oesophagus eine zweite Ectodermeinstülpung, welche die Bildung eines Schlundkopfes einleitet. Der ziemlich complicirte Bau des Schlundkopfes ist erst dann der Erforschung zugänglicher, wenn die Larve einige Zeit nach dem Ausschlüpfen bedeutend an Durchsichtigkeit zugenommen hat. Der Durchbruch des Oesophagus in den Magen beginnt sich zu vollziehen. Der Darmtheil des Mitteldarmes beginnt sich zu verlängern und rückt in Folge dessen an die linke Seite des Magens vor, von wo aus er schlingenförmig gegen den Hinterdarm verläuft. Auch die Mesodermausbreitung ist beinahe vollendet. Die Hautmuskelplatte ist schon bis an die Kopfplatte vorgewachsen. An einem Sagittalschnitt, der seitlich vom Oesophagus geführt ist, sieht man, dass die Kopfhöhle eine directe Fortsetzung der Rumpfleibeshöhle ist (Fig. 40). Es ist hier noch eine Mesodermbildung zu erwähnen, die zu Ende der Embryonalentwicklung auftritt, nämlich zwei Paar Längsmuskeln, die innerhalb der Leibeshöhle verlaufen, vor der Region des Wimperkranzes beginnend und ungefähr bis in die Höhe des Afters reichend. Diese vier Muskeln sind die Anlagen der vier Retractoren des entwickelten Thieres. Dieselben sind wahrscheinlich schon im Stadium der Fig. 39 vorhanden, doch sind dieselben da nicht sicher nachzuweisen und treten erst dann deutlicher hervor, wenn sie Contractionen auszuführen beginnen. Unter diesen Umständen ist der Vorgang, durch welchen sie sich vom Hautmuskelblatt abheben, nicht genauer zu verfolgen, und

auch der Bau dieser Muskeln kann erst an der durchsichtigeren Larve beobachtet werden; wir wollen auf denselben an jener Stelle zurückkommen. Wir werden dort auch andere Muskeln kennen lernen, die wahrscheinlich jetzt schon vorhanden sind, sich aber noch der Beobachtung entziehen.

Zur Zeit, wenn sämmtliche Larvenorgane ihrer Vollendung entgegengehen, erfolgt endlich die Verwachsung der Ectodermtheile, der Verschluss der bisher noch offenen Stellen an den Seiten und am Rücken des Embryo. Zuerst erfolgt die seitliche Verwachsung des Bauch und Rückentheiles der Rumpfplatte bis zu der Region des Wimperkranzes. Dieser Process ist schon im Stadium der Fig. 39 beendet. In diesem Stadium ist aber in der Region vor dem Wimperkranze der Rücken zwischen Kopfplatte und Wimperkranz noch offen. Dieser Theil wird erst am Ende dieser Embryonalperiode durch eine sehr dünne Ectodermschichte, die von der Bauchseite gegen die Rückenseite vorwächst, geschlossen.

Der Bauchtheil der Rumpfplatte war in den früheren Stadien nur von einem schmalen Ectodermstreif gebildet, während der Rückentheil eine viel bedeutendere Breite zeigte. Bei der Verwachsung dehnt sich der Rückentheil noch mehr aus und wird in Folge dessen viel dünner als der Bauchtheil. Die Verwachsungslinien sind weit ventralwärts gelegen. An optischen Querschnitten ist die Verdickung des Bauchtheiles sehr auffallend; sie ist zu beiden Seiten der Mittellinie am stärksten. Da in diesen Stadien am lebenden Objecte die Zellgrenzen nicht sichtbar sind, so möchte man diese Bildung wohl für die Anlage des Bauchstranges halten. Wir werden aber sehen, dass das Ectoderm hier noch lange Zeit einschichtig bleibt und dass erst viel später an dieser Stelle die Ectodermwucherung, welche zur Bildung des Bauchstranges führt, auftritt.

Auch die Körperform des Embryos erfährt zum Schlusse einen Fortschritt. Hinter dem ringförmigen Wulste, der den postoralen Wimperkranz trägt, bildet sich eine tiefe Einschnürung, die den Körper in einen vorderen Abschnitt, den Kopf, und einen hinteren Abschnitt, den Rumpf, theilt.

Der Embryo bleibt auch nach seiner Schliessung noch an mehreren Stellen mit der Serosa im Zusammenhang, dieser Zusammenhang bestand früher längs des ganzen freien Randes der Rumpfplatte sowohl, als auch der Kopfplatte; und in der Grenzlinie von Kopf- und Rumpfplatte bleibt er auch nach der Schliessung noch bestehen. Diese Linie verläuft am vorderen Rande des Wimper-

kranzes von der Rückenseite bis weit auf die Bauchseite, nämlich bis zu jenem Punkte, wo Bauch- und Rückentheil der Rumpfplatte zur Verwachsung gekommen sind. Von diesem Punkte biegt die Linie nach vorne, um längs des vorderen Mundrandes zu verlaufen. Der Embryo hängt ferner längs des äusseren Randes des Ringcanales mit der Serosa zusammen. Der innerhalb des Ringcanales gelegene Theil ist nicht mit der Serosa, sondern direct mit der Eihaut in Verbindung.

Wir müssen hier noch gewisser histologischer Veränderungen Erwähnung thun, die sich besonders in den letzten Stadien der Embryonalentwicklung bemerkbar machen. An der ganzen Oberfläche der hinter dem Wimperkranz gelegenen Körperregion wird eine deutliche Cuticula differenzirt, die sich auch in den ectodermalen Hinterdarm fortsetzt (Fig. 41). Im Oesophagus erscheint die Bewimperung schon kurz bevor der Durchbruch der inneren Oeffnung erfolgt, etwas später auch im Hinterdarm.

Am vollkommen ausgebildeten Embryo sind Zellgrenzen und Zellkerne im lebenden Zustande grösstentheils nicht mehr zu erkennen. An den paarigen Drüsenkolben der Oesophagusdrüse kann man die einzelnen Zellen noch beobachten. Am Magenabschnitt, an welchem man früher die hohen, hellen Zellen sah, ist nur eine senkrecht auf die Fläche gerichtete Streifung des Protoplasma zu bemerken. Am Darmabschnitt kann man noch immer die hellen Zellen unterscheiden.

V. Periode der Embryonalentwicklung.

Abwerfen der Eimembran und Embryonalhülle.

Das Abwerfen der Eihaut und der an derselben haftenden Serosa ist ein Process, der nicht so rasch von Statten geht, als dies meist bei anderen Thieren der Fall ist, sondern derselbe nimmt einen Zeitraum von mehreren Stunden in Anspruch. Das Ausschlüpfen der Embryonen begann in den von mir beobachteten Fällen am Vormittag des dritten Tages, und in den Abendstunden hatten viele Larven sich noch nicht vollständig von der Eihülle befreit. Während dieses langwierigen Abwerfens der Eihülle finden nicht unbeträchtliche Veränderungen der äusseren Körperform statt, die allerdings nur auf einer Ausdehnung der früher enge zusammengedrängten Körpertheile beruhen, durch welche aber doch ein sehr verändertes Aussehen der Larve im Vergleich zum reifen Embryo herbeigeführt wird. Das Körpervolumen nimmt zugleich durch Ausdehnung der inneren Hohlräume bedeutend zu;

dabei wird sowohl die Wandung des Körpers dünner, als auch die des Darmcanals, dessen Lumen sich ebenfalls bedeutend erweitert (Fig. 49). Wir können mit Rücksicht auf diese Veränderungen die Periode des Ausschlüpfens als eine besondere Entwicklungsperiode, die den Uebergang von dem reifen Embryo zur Larve vermittelt, betrachten.

Der reife Embryo ist, wie wir schon früher erörtert haben, noch an verschiedenen Stellen an die Serosa und die Eihaut angeheftet, und zwar ist es der Kopftheil, der durch diese Verwachsungen fixirt ist. An dem freien Rumpfabschnitt beginnen Bewegungen und Contractionen aufzutreten. Dieselben sind gewiss eine der Hauptursachen, dass die Eihaut endlich an einer ganz bestimmten Stelle zur Zerreissung kommt. Diese Stelle ist genau dem vorderen, durch den Wimperschopf gekennzeichneten Körperpol gegenüberliegend. Es entsteht dort eine anfangs kleine Oeffnung, durch welche sich das Hinterende des Rumpfes nach aussen vordrängt. Unter stetem Andrängen des fortwährend sich contrahirenden Rumpfes wird diese Oeffnung erweitert. Das fortgesetzte Einreissen der Eihaut scheint mir zunächst längs der Mittellinie, also längs der Nahtlinie der Serosa, zu erfolgen. Durch diese erweiterte Oeffnung tritt allmälig der ganze Rumpfabschnitt hinaus.

Gleichzeitig mit dem Austreten des Rumpfes finden bemerkenswerthe Vorgänge am Kopftheile statt. Das Scheitelfeld hebt sich, dem Zuge des Rumpfes folgend, von der Eimembran ab, und zwar erfolgt dies zunächst am centralen Theil desselben, da in der ringsherum verlaufenden Verwachsungslinie der Zusammenhang mit der Eihaut noch lange unverändert bestehen bleibt. Zuerst tritt eine bedeutende Vergrösserung jenes Ringcanales, den wir als Kopfamnionhöhle bezeichneten, ein; dabei wird der mittlere Zapfen, der den Wimperschopf trägt, durch mechanischen Zug in die Länge gedehnt. Auch der den Ringcanal nach aussen begrenzende Wall, durch welchen die Kopfplatte mit der Serosa in Zusammenhang steht, und den wir daher als rudimentäres Kopfamnion bezeichnen können, erleidet eine Ausziehung und zerfällt dabei in eine Anzahl getrennter Stränge. Nach aussen von diesem Walle gegen den Rand des Scheitelfeldes treten neue Hohlräume auf, welche zwischen der Kopfplatte und der der Eihaut anhaftenden Serosa sich erstrecken (Fig. 47).

Bei der sehr rasch fortschreitenden Abhebung der Kopfplatte wird der centrale Zapfen immer mehr ausgezogen. Plötzlich

sieht man aber denselben sich von der Eihaut lösen und sich rasch verkürzen und allmälig ganz in die Ebene der Kopfplatte zurücktreten. Der Wimperschopf geht dabei nicht etwa verloren, sondern er wird, dem Zuge der Kopfplatte folgend, durch die Poren der Eihaut hindurch unversehrt nach Innen gezogen. Ich habe diesen interessanten Vorgang häufig direkt beobachten können (Fig. 48).

Jene Stränge, welche die Reste der äusseren Wand des Ringcanales sind, werden zu langen, dünnen Fäden ausgezogen. Man kann an denselben jetzt zarte Flimmerhaare beobachten. Auch weiter gegen den Rand der Kopfplatte hin sind einige dünnere Verbindungsstränge vorhanden. Die bestimmte Zahl und Anordnung dieser Stränge will ich nicht näher beschreiben und verweise nur auf die Darstellung in Fig. 49 und 50. Zuletzt wird auch die Verwachsung am äusseren Rande der Kopfplatte nur noch durch vereinzelte Stränge gebildet.

Längs des Einrisses schlägt sich die Eihaut ein wenig nach innen um; auch wird dieselbe mit der Verlängerung der Verbindungsstränge immer mehr gegen den Kopftheil hinaufgeschoben, so dass sie nur mehr diesen bedeckt und der ganze übrige Körper, von der Mundregion an, frei ist. Die Eihaut, an deren innerer Fläche die sehr verdünnte Serosa haften bleibt, sitzt nun dem Scheitelfelde wie ein Helm auf. So wird sie noch lange vom ausschlüpfenden Embryo herumgetragen. Ein solches Stadium hat schon Krohn abgebildet und auch das Abwerfen der Eihaut zutreffend geschildert.

Nachdem die Larve die helmartig aufsitzende Eihaut noch mehrere Stunden herumgetragen hat, wirft sie dieselbe endlich ab. An der inneren Fläche der abgeworfenen Eimembranen kann man die dünne Serosa beobachten; an der äusseren Fläche finden sich noch die Flimmerhaare, die auch noch eine Zeit lang Bewegung zeigen.

Wir wollen nun das Stadium, welches wir als Abschluss der Embryonalentwicklung betrachten können (Fig. 49), genauer beschreiben.

Während des Ausschlüpfens hat sich der Embryo, wie schon erwähnt, durch Vergrösserung seiner inneren Höhlen bedeutend ausgedehnt. Am auffallendsten ist dabei die Verlängerung, welche seine Körperform erfahren hat. Die Einschnürung, welche hinter der Wimperkranzregion den Kopf vom Rumpf scheidet, hat sich viel deutlicher ausgeprägt, obwohl sie bei der bedeutenden Contractilität des Körpers sich zeitweilig auch ganz ausgleichen kann.

Die innere Organisation hat sich während des Ausschlüpfens kaum verändert, doch sind jetzt bei der grösseren Durchsichtigkeit und bei Entfaltung der früher enge zusammengepressten Organe, die einzelnen Theile noch deutlicher zu unterscheiden, und es kann manches nachgewiesen werden, was sich früher der Beobachtung entzog. Die Organisation der ausschlüpfenden Larve wurde auch von Krohn schon sehr gut dargestellt, und in ihren Beziehungen zum entwickelten Thiere richtig gedeutet. Von den Larvenorganen hat Krohn nur den Schlundkopf übersehen.

Die Leibeswand besteht aus einer äusseren ectodermalen und einer inneren mesodermalen Schichte. Die ectodermale Schichte besteht überall, mit Ausnahme der Scheitelplatte, aus einer einfachen Schichte von Zellen, sie zeigt aber dennoch mannigfache Differenzirungen.

Die wichtigste von diesen Differenzirungen ist die ausgedehnte Ectodermverdickung am vorderen Körperpole, die in der Mitte des Scheitelfeldes gelegene Scheitelplatte. Im Bereiche dieser Verdickung sind die Zellen schon jetzt mehrschichtig angeordnet. Die tieferen Zellenlagen haben die Bestimmung, das obere Schlundganglion zu liefern. Der Scheitelplatte gehören auch die zwei immer dunkler sich färbenden Pigmentflecke an, die als Augen betrachtet werden.

In einiger Entfernung hinter der Mundregion findet sich ein ectodermaler Ringwulst, der von einer Reihe höherer Ectodermzellen gebildet wird und der den einreihigen postoralen Flimmerkranz trägt.

Hinter dem Flimmerkranze bis zur Rumpfregion ist das Ectoderm besonders dünn. An der Rumpfregion wird das Ectoderm plötzlich dicker. An der ventralen Seite des Rumpfes ist dasselbe wieder beträchtlich dicker als an der dorsalen Seite; es ist aber auch in der ventralen Mittellinie, wo später der Bauchstrang vom Ectoderm aus entsteht, nur von einer einfachen Zellschichte gebildet.

Die Cuticula ist in der Rumpfregion dicker als an der übrigen Oberfläche. Der blau pigmentirten Körper des Ectoderms haben wir schon Erwähnung gethan.

Die innere mesodermale Schichte der Leibeswand wollen wir weiterhin bei Erörterung der anderen Mesodermgebilde beschreiben und uns hier gleich der Betrachtung des Darmcanales zuwenden.

Der Darmcanal kann genetisch in drei Theile eingetheilt werden: 1. den ectodermalen Oesophagus mit seinen Anhangs-

organen, 2. den endodermalen Mitteldarm, der wieder in zwei anatomisch und histologisch unterscheidbare Abtheilungen, den Magen und den Darmtheil (s. str.), zerfällt, und 3. den ectodermalen Hinterdarm.

Der Darmcanal beginnt mit der weiten, ventral dicht hinter dem schmalen Scheitelfeld gelegenen Mundöffnung. Der Oesophagus, der in den embryonalen Stadien direct gegen die Rückenseite gerichtet war, ist bei den jüngsten Larven in seinem Endtheile nach hinten umgebogen, wo er mit bedeutender Verengerung sich gegen den auch histologisch scharf unterscheidbaren Magen absetzt. Der Oesophagus besteht aus einer sehr dicken Ectodermschicht und einem dünnen äusseren Mesodermüberzuge. Die Ectodermschichte ist von einem einschichtigen cubischen Flimmerepithel gebildet. In der Mesodermschichte sind schon Ringmuskeln zur Ausbildung gekommen.

Wir finden zweierlei Anhangsorgane des Oesophagus, eine eigenthümliche Drüse und einen als Schlundkopf zu bezeichnenden Apparat. Die Anhangsdrüse des Oesophagus liegt dicht an dem hinteren Rande der Mundöffnung. Dieses Organ setzt sich aus zweierlei Theilen zusammen: Erstens einem weiten Ausführungsgange, der aus cubischen Flimmerzellen besteht; die nach aussen gerichtete Flimmerbewegung im Lumen dieses Canales ist continuirlich und sehr lebhaft. Zweitens aus einem paarigen Anhange von drüsiger Beschaffenheit; dieser besteht aus zwei rundlichen Massen, die am blinden Ende des Canales sitzen; sie sind aus sehr hohen prismatischen Zellen zusammengesetzt, die mit ihrem schmalen Ende bis an das Lumen des Canales reichen; es sind dies eben die hintersten Zellen der Einstülpung, die bei ihrer drüsigen Differenzirung sich bedeutend vergrössert haben und über die Zellen des Ausführungsganges hinausgewachsen sind. Die einzelnen Drüsenzellen, die auch am lebenden Objecte gut zu unterscheiden sind, zeigen eine auffallende, auf Körnchenreihen zurückführbare Streifung des Protoplasmas in der Längsrichtung der Zellen. Das ganze Organ besitzt einen Ueberzug von Mesodermzellen. Die Anhangsdrüse wurde schon von den früheren Beobachtern (Müller, Krohn, Ehlers und Keferstein) beobachtet und als hodenförmiges Organ bezeichnet. — Unmittelbar hinter dem beschriebenen Organe liegt der zweite Anhang, den wir als Schlundkopf bezeichnen wollen. Dieses Gebilde ist auf eine Faltung der Oesophaguswand zurückführbar. Es beginnt mit einer queren spaltförmigen Einsenkung, deren vordere Wand wulstartig

verdickt ist. In der Tiefe der Einsenkung verdünnt sich die Epithelwandung und setzt sich in eine von zwei dünnen, dicht aufeinander liegenden Schichten gebildete Falte fort. Diese Falte legt sich um ein blasenartiges, geschlossenes, von platten Mesodermzellen zusammengesetztes Gebilde herum, und bildet mit diesem den eigentlichen, über das Niveau des Oesophagus hinausragenden Anhang. Das Lumen der Mesodermblase ist von einzelnen spindelförmigen Mesodermzellen durchzogen. — Zu beiden Seiten des Schlundkopfes beobachtete ich mehrmals eine Gruppe kolbenförmiger Drüsenzellen. Ich konnte dieses Organ nie in einem anderen Zustande, als dem beschriebenen am unverletzten Thiere sehen. Durch Druck vermittelst des Deckgläschens konnte ich bei älteren Larven den Oesophagus und an diesem den Schlundkopf zur Umstülpung bringen. Die Function dieses sogenannten Schlundkopfes ist mir ziemlich räthselhaft geblieben.

Die beiden Theile des Mitteldarmes, der Magen und der Dünndarm, sind gerade an den jüngsten Larven nicht so scharf von einander abgesetzt als in den vorhergehenden und den nachfolgenden Stadien. An den ältesten Embryonen war der Magen dreilappig, dickwandig und besass eine eigenthümliche streifige Structur, die wahrscheinlich auf die Zusammenpressung zurückzuführen war; am Dünndarm dagegen konnte man die einzelnen hellen Zellen unterscheiden. Während des Ausschlüpfens dehnt sich der ganze Mitteldarm durch Erweiterung des Lumens rasch aus und die Structureigenthümlichkeiten beider Abtheilungen verändern sich. Sowohl der stark ausgeweitete Magen, als auch der engere, schlingenförmig gebogene Dünndarm zeigen nun eine gleichförmige, helle, ziemlich stark lichtbrechende Beschaffenheit. Die innere Fläche ist im Allgemeinen mit zarten Wimpern versehen; an der ventralen Seite verläuft aber im Dünndarm eine Linie, die mit äusserst kräftigen und sehr stark sich bewegenden Wimpern versehen ist. Der ganze Mitteldarm besitzt einen Ueberzug von platten Mesodermzellen.

Der kurze ectodermale Hinterdarm in den sich die Cuticula von der äusseren Körperoberfläche fortsetzt, mündet mit dem After nach aussen, welcher schon ausgesprochen dorsal, aber noch weit rückwärts, hinter der Mitte des Rumpfes gelegen ist. Der Hinterdarm zeigt ein cubisches Epithel und einen dünnen Mesodermüberzug.

Wir wollen uns nun der Betrachtung der Mesodermgebilde specieller zuwenden. Wir finden, wie schon erwähnt, eine vollständige innere Mesodermschichte der Leibes-

wand und eine continuirliche den Darm überziehende Mesodermschichte. Die erstere ist von der Hautmuskelplatte ableitbar, aber auch der Ueberzug des Oesophagus und des Hinterdarms sind nach innen vorgewachsene Theile dieses Blattes. Das Darmfaserblatt liefert nur den Ueberzug des endodermalen Mitteldarmes. Ausser diesen continuirlichen Schichten finden wir noch Mesodermbildungen, die von der Hautmuskelplatte aus in die Leibeshöhle vorgewachsen sind und eine gewisse Selbstständigkeit erlangt haben; es sind dies die Retractoren und die paarige Niere.

Innerhalb der mesodermalen Schichte der Leibeswand zeigen sich Differenzirungen. Wir können nämlich in der Rumpfregion eine, wenn auch geringe Anzahl von quer verlaufenden, dünnen Muskeln, einzelligen Fasern, beobachten, die zwischen das ectodermale Epithel und die endothelartige Mesodermschichte eingeschoben sind. Viel auffallender als diese zarten Fasern ist aber eine kräftige Ringmuskelschichte, die ein breites Band in der Region hinter dem postoralen Flimmerkranze bildet. Von dem histologischen Baue dieses Ringmuskelbandes habe ich folgende Anschauung gewonnen. Das Ringmuskelband besteht aus einer einfachen Schichte paralleler Fasern, die, wie mir scheint, ohne Unterbrechung den Körper umkreisend, in sich selbst zurücklaufen. An diesen Fasern konnte ich keine Kerne entdecken, und ich glaube, dass dieselben von den epithelartig angeordneten, nach innen zu liegenden Mesodermzellen, die hier etwas dicker und enger angeordnet sind als an den anderen Stellen der Leibeswand, ausgeschieden wurden. Diese Fasern, die also den Charakter von Muskelfibrillen besitzen, wachsen später zu hohen, bandartigen Platten aus; das Wachsthum scheint mir ebenfalls von der anliegenden Mesodermzellenschicht bedingt zu sein.

Wir sahen die zwei Paare von Retractoren, welche die Sipunculiden im ausgewachsenen Zustande besitzen, schon in den letzten Stadien der Embryonalentwicklung auftreten. Dieselben erstrecken sich von der Kopfregion bis in jene Körperregion, wo der After liegt, reichen also in dem vorliegenden Stadium sehr weit nach hinten. Bei der helleren Beschaffenheit des ausgeschlüpften Thieres kann man aber noch zwei accessorische Paare kürzerer und schwächerer Retractoren beobachten und auch noch eine weitere Anzahl diesen Retractoren parallel verlaufender einzelliger Muskelfasern. Die vier definitiven, stärkeren Retractoren bestehen aus parallelen, die ganze Länge des Muskels durchziehenden Fasern.

An der Oberfläche des Muskels finden sich zerstreute Protoplasmahöcker mit länglichen Zellkernen. Nach diesem Befunde ist es schwer, die Bedeutung des histologischen Baues dieser Muskeln zu erkennen; man kann nicht entscheiden, ob je ein Zellkern je einer Faser zugehöre, der ganze Muskel also aus einer Anzahl paralleler, einzelliger Muskelfasern zusammengesetzt sei, oder ob der Muskel aus einer Anzahl Fibrillen bestehe, die von einer gemeinschaftlichen Zellenmasse ausgeschieden sind; der letztere Fall scheint mir aber hier der wahrscheinlichere. Die vier accessorischen Muskeln haben denselben histologischen Bau. Die übrigen vereinzelten Muskelfasern aber haben einen anderen Charakter; sie sind einzellig und im Gegensatz zu jenen an ihren Enden vielfach verästelt (Fig. 52).

Die Niere hat einen vollkommen übereinstimmenden Charakter mit dem der schleifenförmigen Segmentalorgane der Anneliden. Der Endothelüberzug umschliesst beide Schenkel gemeinschaftlich, wie dies schon aus der Entwicklung zu ersehen war. Die äusserste, der ectodermalen Oeffnung sich anschliessende Zelle zeigt noch die charakteristische schwefelgelbe Färbung.

Der mesodermale Ueberzug des Darmes ist durchaus von platten Zellen gebildet; Muskelfasern konnte ich hier in diesen frühen Stadien am Mitteldarm noch nicht beobachten. Am Oesophagus und Hinterdarm sind die Mesodermzellen etwas dicker und dichter angeordnet.

Larvenentwicklung und Metamorphose.

Wir sahen, dass die rasch verlaufenden embryonalen Entwicklungsvorgänge in dem kurzen Zeitraum von zwei und ein halb Tagen beendet werden. Es ist nun eine Larve zur Ausbildung gekommen, die morphologisch auf einer hohen Stufe der Organisation steht, an der zahlreiche typische Organe des ausgebildeten Thieres sich bereits vorfinden.

Die Larve führt — bei den, wie mir scheint, sehr günstigen Ernährungsverhältnissen im „Pantano“ — einen ganzen Monat hindurch eine pelagische Lebensweise. Sie wächst während dieser Zeit zu bedeutender Grösse heran, ohne dabei den Typus ihrer äusseren Form wesentlich zu verändern; es ist nur das zunehmende Grössenverhältniss des Rumpfes im Vergleich zum Kopfe, welches durch die Polarität des Wachsthums bedingt ist, und ebenso am Rumpfe selbst das überwiegende Wachsthum des hinteren Rumpftheiles hervorzuheben. Auch in der inneren Organisation gehen in diesem langen Zeitraum relativ unbedeutende Verände-

rungen vor sich. Dieselben betreffen die Ausbildung des Bauchstranges und die histologische Differenzirung des Hautmuskelschlauches.

Nach Ablauf des Monates wird plötzlich durch eine rasch verlaufende Metamorphose die Larvenform in den Typus des entwickelten Thieres übergeführt. Diese Metamorphose ist vor Allem durch die Rückbildung der provisorischen Larvenorgane charakterisirt. Der Flimmerkranz wird abgeworfen, dabei verkleinert sich der hintere Kopfabschnitt, der als Träger des Flimmerkranzes eine sehr bedeutende Ausdehnung erreicht hatte. Die Anhangsorgane des Oesophagus gehen ein, der ausgedehnte Magen wird schlauchförmig verengert. Von neuen Organen ist während der Metamorphose nur das Rückengefäss zu bemerken. Die Körperform wird gestreckter. Diese Vorgänge stehen im Zusammenhang mit dem Aufgeben der pelagischen Lebensweise. Ich wurde durch das rasche Eintreten dieses Ereignisses überrascht. Die Larven, die den Auftrieb einen Monat hindurch bevölkert hatten, verschwanden binnen wenigen Tagen, und ich hatte Mühe, von den letzten Stadien noch genügendes Materiale zum Studium der Metamorphose zu erhalten. Die Larven, die bei der Metamorphose zu Boden sinken, machen dieselbe in den Versuchsgläsern sehr gut durch. Sehr schwer sind dieselben aber im Sande des Pantano zu finden, von wo ich nach langem Suchen nur ganz zufällig eine einzige sich verwandelnde Larve erhielt.

Uebergang vom embryonalen zum Larventypus.

Nachdem das Abwerfen der Eihaut vollendet ist, finden noch einige rasch ablaufende Veränderungen statt, welche die äussere Gestaltung der Larve nicht unwesentlich beeinflussen und auch für die Functionsfähigkeit der Organe von Bedeutung sind. Diese Veränderungen bilden eine Fortsetzung von jenen Vorgängen, welche schon während des Abwerfens der Eihaut bemerkt wurden. Sie könnten mit jenen zusammengefasst werden als Erscheinungen einer Uebergangsperiode zwischen dem embryonalen und Larventypus.

Wie augenfällig diese Veränderungen sind, lehrt uns die Abbildung einer Larve, die nur um zwei Tage älter ist als der ausschlüpfende Embryo (Fig. 51).

Schon bei der oberflächlichsten Betrachtung fällt die viel hellere, durchsichtigere Beschaffenheit der Larve auf. Dieselbe beruht vor Allem darauf, dass das Protoplasma der Zellen heller

geworden ist, indem die gröberen Körnchen des Protoplasmas geschwunden sind (es lässt sich objectiv oft keine strenge Grenze zwischen Protoplasmakörnchen und Dotterkörperchen ziehen). Ferner hat die grössere Durchsichtigkeit der Larve auch darin ihren Grund, dass durch bedeutende Ausdehnung die Schichten der Körper- und Darmwandung bedeutend dünner geworden sind. Die bedeutende Grössenzunahme der Larve innerhalb dieser kurzen Zeit ist die zweite auffallende Erscheinung. Dieselbe ist hauptsächlich auf die erwähnte Ausdehnung der Schichten zurückzuführen und Wachsthum mag dabei eine nur sehr geringe Rolle spielen. Wir sehen also sowohl die Leibeswand als auch den Darmcanal in dem vorliegenden Stadium bedeutend dünnwandiger, und die Leibeshöhle und Darmhöhle sind dem entsprechend bedeutend vergrössert.

In Bezug auf die Formverhältnisse des Körpers ist besonders eine Lageveränderung der Theile am vorderen Körperende hervorzuheben, die von Wichtigkeit ist, da sie zu Verhältnissen führt, die nicht nur für die Larve, sondern auch für das entwickelte Thier typisch sind. Diese Lageveränderung besteht darin, dass der Mund gegen das Vorderende des Körpers rückt, während das Scheitelfeld mit Scheitelplatte dorsalwärts zu liegen kommt. Damit hängt auch die veränderte Richtung des Oesophagus zusammen, die wir an der Larve beobachten können. Während nämlich am Embryo der Oesophagus gegen den Rücken zu gerichtet war, verläuft er an der Larve direct nach hinten. Neue Organe sind in dieser Uebergangsperiode nicht zur Entwicklung gekommen. Es sind nur zahlreiche zellige Körperchen der Leibeshöhlenflüssigkeit aufgetreten, die wahrscheinlich vom Peritonealüberzug der Leibeshöhle sich ablösten. Diese Körperchen haben die Form von hohlen Bläschen, an deren Wandung eine verdickte Stelle, die den Zellkern enthält, zu beobachten ist. Im optischen Durchschnitt sehen diese Körperchen daher siegelringförmig aus. Keferstein und Ehlers machen die sonderbare Angabe, dass diese verdickte Stelle mit Flimmerhaaren versehen sei, mittelst welcher diese Körperchen in der Leibeshöhlenflüssigkeit sich bewegen. Ich selbst aber konnte von solchen Flimmerhaaren nichts bemerken. Ich fand vielmehr, dass diese blutkörperchenähnlichen Gebilde durch die sehr frühzeitig auftretenden flimmernden Höcker des Peritoneums in passive Bewegung versetzt werden. Ausserdem konnte ich, sowie Keferstein und Ehlers, kleinere, compacte Körperchen von rundlicher und amöboider Form in der Leibeshöhlenflüssigkeit

beobachten. Wir müssen hier noch der Rückbildung eines embryonalen Organes Erwähnung thun. Es ist dies der Flimmerschopf, der wohl bei dem Abwerfen der Eihaut noch erhalten blieb, aber kurze Zeit darauf rückgebildet wird.

Die Larve hat in dem Stadium, das in Fig. 51 abgebildet ist, schon eine bedeutende Beweglichkeit erlangt. Sie schwimmt vermittelst des postoralen Flimmerkranzes lebhaft umher und zeigt auch eine bedeutende Contractionsfähigkeit. Sie kann nämlich in sehr charakteristischer Weise vermittelst der Retractoren beinahe den ganzen Kopftheil in den Rumpftheil des Körpers zurückziehen. Es ist dieser Zustand an einem etwas späteren Stadium in Fig. 56 dargestellt. Der Hinterkörper ist dabei kugelartig aufgetrieben. Das hinter dem Flimmerkranze verlaufende Ringmuskelband bildet die Grenze, bis zu welcher der Kopf eingezogen werden kann, und dasselbe dient zur Verengerung der Einstülpungsöffnung. Man sieht die Larve sehr häufig sich in der beschriebenen Weise zusammenziehen. Bei jeder Berührung eines störenden fremden Körpers oder bei ungünstiger Lage stülpt sich der Vorderkörper energisch ein, um sich nur langsam und vorsichtig wieder auszustrecken. Später während der Metamorphose wird diese Art, sich zu contrahiren, in die eigenthümliche durch Ein- und Ausstülpung vermittelte Bewegungsweise des kriechenden Thieres direct übergeführt.

Fortschritte der Organisation während der Larvenperiode und Metamorphose.

Wir wollen nun in einigen Abschnitten die Fortschritte und Veränderungen der einzelnen Organe, die während der Larvenperiode stattfinden, beschreiben.

A. Wachsthum der Larve und Veränderungen ihrer Körperform.

Während der einmonatlichen Larvenperiode wächst die Larve um ein Mehrfaches ihres Volumens. Es wird dies am Besten durch Betrachtung der beigegebenen Abbildungen ersichtlich. Während die Larve in Fig. 51 bei 280facher Vergrösserung gezeichnet ist, sind die späteren Stadien (Fig. 58, 69) bei viel schwächerer Vergrösserung (150fach) dargestellt. Man kann aus der Vergleichung dieser Figuren die sehr bedeutende Grössenzunahme ersehen.

Der Typus der äusseren Körperform bleibt — sowie der der Bewegung und Lebensweise — während der ganzen Larvenperiode

ein ziemlich gleichmässiger. Erst mit dem Eintreten der Metamorphose kommen hierin beachtenswerthe Veränderungen zur Erscheinung. Während der eigentlichen Larvenperiode ist nur zu bemerken, dass mit dem Wachsthum der Larve die Ausdehnung des mit dem Flimmerkranze versehenen Halskragens relativ viel bedeutender wird.

Ein nur wenig auffallendes, aber dennoch sehr wichtiges Moment ist hier besonders hervorzuheben, nämlich die Polarität des Wachsthums am Rumpfabschnitt. Das Wachsthum ist nicht in allen Theilen des Rumpfes ein gleichmässiges, sondern der hinterste Körperabschnitt zeichnet sich durch überwiegende Wachsthumsenergie aus. Das Wachsthum ist also, ähnlich wie dies bei der Entwicklung der metamerischen Thiere und auch vieler ungegliederter Thiere beobachtet wird, ein terminales. Diese Eigenthümlichkeit kommt in diesem Falle darin deutlich zum Ausdruck, dass der After während des fortschreitenden Wachsthums immer mehr vom hinteren Körperende sich entfernt. Bei genauerer Betrachtung kann man sehen, dass diese relative Lageveränderung nicht nur den After betrifft, sondern dass auch in gleicher Weise die hinteren Insertionen der Retractoren und die schleifenförmigen Organe immer weiter vom hinteren Körperende sich entfernen. Wir werden später bei der Entwicklung des Bauchmarks noch andere interessante Verhältnisse, die zur Polarität des Wachsthums in Beziehung stehen, kennen lernen.

B. Entwicklung des Nervensystems.

An der jüngsten Larve (Fig. 51), die den Ausgangspunkt dieser Betrachtungen über die Larvenentwicklung bildet, ist von der Anlage des centralen Nervensystems nichts anderes vorhanden, als die Scheitelplatte, die als mehrschichtige Ectodermverdickung mit zwei eingelagerten Pigmentflecken vorliegt. Ich konnte an dieser Larve weder peripherische Nerven nachweisen, noch auch einen Ringnerven, wie ein solcher letzthin von Kleinenberg bei Annelidenlarven beschrieben wurde.

Von einer Anlage des Schlundringes und Bauchmarkes ist in diesem Stadium noch gar nichts vorhanden. Das Ectoderm ist wohl an der Ventralseite des Rumpfes etwas dünner als an der Dorsalseite, bei histologischer Untersuchung kann man aber sehen, dass dasselbe überall nur aus einer einfachen Lage grosser platter Zellen besteht, zwischen welchen übrigens keine Zellgrenzen nachzuweisen sind. Erst mit dem weiteren Wachsthum der Larve

beginnen die ersten Differenzirungen, die zur Entwicklung des Bauchmarkes führen.

Man kann am lebenden Objecte die Entwicklung des Bauchmarkes nur in allgemeinen Zügen verfolgen. Wir sehen am Rumpfe eine ventrale Verdickung des Ectoderms auftreten, von welcher dann das Bauchmark sich abspaltet. Die Abspaltung erfolgt von den Seiten her, so dass das Bauchmark in der Medianlinie längere Zeit noch mit dem Epithel zusammenhängt. Zwischen Epithel und Bauchmark schiebt sich sodann die Mesodermschichte ein und zuletzt rückt das Bauchmark, mit einem vollkommenen Mesodermüberzuge versehen, in die Leibeshöhle hinein; es ist mit der Leibeswand durch zahlreiche dünne, bindegewebige Fäden verbunden.

Die histologischen Details, die uns über viele wichtige Charaktere der Entwicklung des Bauchmarkes Aufschluss geben, können nur vermittelst Anwendung von Reagentien erforscht werden. Die Abbildungen der Fig. 61—68, welche zur Darstellung der Entwicklung des Bauchmarkes dienen sollen, sind demgemäss nach gefärbten Präparaten angefertigt.

Die Anlage des Bauchmarkes ist auf die Rumpfregion beschränkt. Wir haben als Grenze des Rumpfes jene scharfe Einschnürung oder Faltung, die hinter der Region des Ringmuskelbandes sich findet, bezeichnet. Von dieser Einschnürung bis an das Hinterende des Körpers erstreckt sich in der Bauchlinie die Anlage des Bauchmarkes.

Bei der Entwicklung desselben können wir eine sehr wichtige Erscheinung nachweisen, die zur Polarität des Wachsthums in Beziehung steht, nämlich das Fortschreiten der Differenzirung von vorne nach rückwärts. Der hintere oder Wachsthumspol wird also am spätesten von dem Differenzirungsprocesse betroffen.

Man findet zunächst an Larven, die etwas älter sind als die in Fig. 51 abgebildete, an der vorderen Grenze des Rumpfes in der Bauchlinie die Zellkerne im Ectoderm etwas dichter gehäuft; weiter rückwärts ist das Ectoderm noch vollkommen unverändert geblieben (Fig. 61, 62). Erst nach und nach breitet sich diese Vermehrung der Zellkerne gegen das Hinterende aus und an etwas älteren Larven können wir einen Ectodermstreif, welcher durch auffallend kleinere und dichter gestellte Zellkerne sich auszeichnet, längs der ganzen ventralen Mittellinie des Rumpfes beobachten (Fig. 63, 64). Dieser Ectodermstreif ist, wie wir am optischen Durchschnitte sehen, beträchtlich dicker, als das übrige Ectoderm

des Rumpfes, aber noch immer in seiner ganzen Ausdehnung einschichtig (Fig. 63). Das Flächenbild wieder lehrt uns, dass diese Anlage des Bauchmarkes eine vollkommen unpaare mediane ist (Fig. 64). Das Auftreten anfangs getrennter, seitlicher Theile (Seitenstränge) und deren Vereinigung durch Zusammenrücken oder durch Einstülpung eines medianen Verbindungsstückes liegt hier durchaus nicht vor.

Alsbald wird diese streifenförmige Ectodermverdickung mehrschichtig. Das Hinterende, an welchem ein energischeres Längenwachsthum stattfindet, bleibt am längsten einschichtig (Fig. 56, 65—68).

Später sehen wir eine Abspaltung in dieser Ectodermverdickung eintreten, indem die grössere innere Masse von der dünneren, oberflächlichen Schichte sich abgrenzt. Das Hinterende des Bauchmarkes wird etwas verlängert und ist theils aus diesem Grunde, theils in Folge einer am Hinterende des Körpers erfolgenden kleinen Hauteinstülpung schlingenförmig umgebogen (Fig. 58).

Während das Bauchmark durch Verdickung und Abspaltung sich bildete, konnte ich noch nichts von der Verbindung desselben mit der Scheitelplatte, welche die Anlage des oberen Schlundganglions repräsentirt, nachweisen. Diese Verbindung, die Schlundcommissur, entsteht viel später als das Bauchmark selbst. Die Bildung der Schlundcommissur schreitet von dem Vorderende des Bauchmarkes gegen die Scheitelplatte fort, also von hinten nach vorne; dies steht im vollkommenen Gegensatze zu dem früher bei Anlage des Bauchmarkes beobachteten Verhältniss. Auch die Loslösung der Schlundcommissur vom Ectoderm findet zunächst an den dem Bauchmark benachbarten Theilen statt, und das obere Schlundganglion kommt überhaupt später als alle anderen Theile des Centralnervensystems zur Abtrennung.

Bei Bildung der Schlundcommissur entsteht zuerst eine kurze, unpaare Fortsetzung des Bauchmarkes, die sich dann erst nach vorne zu in die Anlage des Schlundringes gabelt.

Bei dem Hineinrücken des Bauchmarkes und der Schlundcommissur in die Leibeshöhle nehmen diese Theile, wie schon erwähnt, einen Mesodermüberzug mit, der von der Mesodermschichte der Leibeswand stammt. Bei diesem Processe ist mir aber das Verhältniss zu der Ringmuskelschichte unerklärlich geblieben. Es ist nämlich schon vor Abspaltung des Nervensystems eine vollkommene Ringmuskelschichte zur Ausbildung gekommen, die namentlich in der Region des Halskragens als Ringmuskelband

sehr stark ausgebildet ist. Das Durchtreten des Nervensystems durch diese Ringmuskelschichte konnte ich mir nicht erklären. Besonders räthselhaft schien mir dieser Vorgang bei der Bildung der Schlundcommissur.

Die Scheitelplatte, welche den ältesten Theil des Centralnervensystems repräsentirt, erfährt während der langen Wachsthumsperiode der Larve ihrem Wesen nach nur unbedeutende Veränderungen. Sie wird immer massiger und springt als mächtiger Ectodermwulst gegen das Innere der Leibeshöhle vor; in derselben tritt ein zweites Paar von augenartigen Pigmentflecken auf. Die Abspaltung des oberen Schlundganglions von der Scheitelplatte erfolgt aber erst nach Ablauf der Metamorphose, während die übrigen Theile des Centralnervensystems schon frei in der Leibeshöhle liegen. Die Abspaltung des oberen Schlundganglions ist überhaupt einer der spätesten wichtigeren Entwicklungsprocesse. Die Vergleichung der Figuren 69, 71, 73 lehrt, dass die Abspaltung des oberen Schlundganglion am ventralen Rande der Scheitelplatte beginnt. Aus der Lage der Pigmentflecke kann man ersehen, dass das Ganglion bei seiner Abspaltung um 90° sich dreht. Es hängt zuletzt mit jener Stelle noch an der Haut fest, welche dem früheren dorsalen Rand der Scheitelplatte entspricht.

Ueber die Bildung der peripheren Nerven habe ich nur sehr wenig beobachtet. In dem Stadium der Fig. 71 sah ich besonders deutlich in der vorderen Körperregion Nerven vom Bauchmark abgehen. Aber selbst in diesem Stadium war der Verlauf der Nerven wegen der zahlreichen bindegewebigen Aufhängefäden des Bauchmarks und wegen der störenden Ringmuskelschichte schwer zu verfolgen. Ich hatte auch nur spärliches Untersuchungsmateriale, das ich sehr schonend behandeln musste, um die übrige Organisation zu untersuchen.

C. Aeusseres Epithel.

Das äussere Epithel der Larve besitzt einen sehr einfachen Bau. Es besteht aus grossen, sehr platten Zellen, zwischen welchen Zellgrenzen nicht nachzuweisen sind. Die blau pigmentirten Einlagerungen haben wir schon früher beschrieben. Dieselben sind wohl meist in gesetzmässiger Zahl und Lagerung vorhanden; doch können sie auch sehr reducirt sein und manchmal ganz fehlen. In den späteren Stadien ist die Zahl dieser Körperchen in der Regel etwas vermehrt. Während der Metamorphose gehen dieselben ihrer Rückbildung entgegen.

In den letzten Stadien der Larvenperiode treten im Epithel eigenthümliche, drüsige Körper auf, die aus je zwei hellen Zellen bestehen (Fig. 69) und zunächst nur in geringer Anzahl in der vorderen Rumpfregion sich finden. Es sind diese Körper offenbar mit jenen zweizelligen Drüsen identisch, welche in der Haut des entwickelten Thieres vorkommen.

Wir haben hier noch eines interessanten Epithelgebildes Erwähnung zu thun. Am Hinterende des Körpers ist die Verdickung des Ectoderms während der Bildung des Bauchmarkes am beträchtlichsten (vgl. Fig. 56). Auch nach der Ablösung des Bauchmarkes verbleibt dort eine verdickte Epithelstelle, die aus einer einfachen Lage hoher cylindrischer Zellen zusammengesetzt ist. Mit dem Hinterende des Bauchmarkes ist dieselbe durch eine Anzahl dünner Fäden verbunden. Diese Epithelverbindung ist mit gruppenweise angeordneten Sinneshärchen versehen (Fig. 75) und hat allem Anschein nach die Bedeutung eines Tastorganes. Diese Hautstelle kann willkürlicherweise grubenförmig eingestülpt werden. Man findet das Organ meistens in diesem eingestülpten Zustande und es ist nur sehr selten ganz ausgestreckt zu beobachten. Schon Krohn hat darauf hingewiesen, dass diese eigenthümliche Einstülpung wahrscheinlich zu der irrigen Meinung Anlass gegeben habe, dass am entwickelten Thiere eine in die Leibeshöhle führende Oeffnung vorhanden sei. Es ist sehr wahrscheinlich, dass in der Tiefe der Einstülpung das Tastorgan auch am entwickelten Thiere sich findet.

D. Der Darmcanal und seine Anhangsorgane.

Während der ganzen Larvenperiode bleibt mit der unveränderten Lebensweise auch der typische Bau des Darmcanales fortwährend derselbe. Es treten nur einige Veränderungen auf, die mit seiner gesteigerten Leistungsfähigkeit bei der heranwachsenden Larve zusammenhängen. — Namentlich ist da die bedeutendere Längenentwicklung einzelner Theile des Darmes hervorzuheben.

An dem drüsigen Anhangsorgane, welches am hinteren Mundrande ausmündet, sehen wir den flimmernden Ausführungsgang bedeutend verlängert. Das zweite Anhangsorgan des Oesophagus, der Schlundkopf, erleidet während der Zeit der Larvenentwicklung keine wesentliche Veränderung. Der Oesophagus wächst während dieser Periode bedeutend in die Länge, so dass er bei den älteren Larven nicht mehr geradlinig verläuft, sondern winkelig geknickt

ist (Fig. 58). — Der weite Magenabschnitt unterscheidet sich durch die Beschaffenheit seiner Wandung von den übrigen Theilen des Darmes. Es treten in derselben zahlreiche Fettkügelchen auf und die Färbung des Protoplasmas ist eine dunkler gelbliche. — Der Dünndarm zeichnet sich bei den älteren Larven durch seine bedeutende Längenentwicklung aus. — Der ectodermale Hinterdarm aber wächst nicht in die Länge und bleibt als ganz kurzer Endabschnitt des Darmes bestehen.

Bei der Metamorphose erleidet nun der Darm sehr bedeutende Modificationen seines Baues, die mit der ganz veränderten Ernährungsweise des kriechenden Thieres zusammenhängen. — Die Anhangsorgane des Oesophagus das drüsige Organ und der Schlundkopf, werden rückgebildet (Fig. 69). An dem drüsigen Organe degeneriren zunächst die zwei kugeligen drüsigen Anhänge und erst später der Ausführungsgang. Am Schlundkopf sind die einzelnen Theile nicht mehr zu unterscheiden. Er bildet nun eine compacte, der ventralen Wand des Oesophagus anhängende Zellmasse. In etwas späteren Stadien konnte ich nicht einmal mehr Reste dieser Organe auffinden (Fig. 71). — Die einzelnen Abschnitte des Darmes, die während der Larvenperiode so scharf von einander abgegrenzt waren, verlieren während der Metamorphose ihren besonderen Charakter, so dass man am lebenden Objecte kaum mehr die Abgrenzung der einzelnen Theile bestimmen kann. Wir können z. B. durch Vergleichung der Fig. 69 mit der vorhergehenden Fig. 58 erkennen, dass der ectodermale Oesophagus im Stadium der Fig. 69 ziemlich weit nach hinten, ungefähr bis in die Höhe der Excretionsorgane reicht. Man wäre sonst leicht versucht, einen kurzen vorderen Abschnitt des Oesophagus, der von etwas abweichender Beschaffenheit ist, allein für den ectodermalen Vorderdarm zu halten. — Der ganze Darmcanal erscheint ziemlich gleichförmig schlauchartig verengert. Besonders auffallend ist diese Verengerung an dem früher blasenförmig aufgetriebenen Magenabschnitt, der auch die charakteristischen Fettkügelchen seiner Wandung eingebüsst hat. In seinem weiteren Verlaufe ist der Darm mehrfach gewunden. — An einigen Stellen ist der Darm vermittelst bindegewebiger Fäden an die Leibeswand befestigt. Dieselben sind, wie uns die Entwicklung lehrt, nicht etwa als Reste eines ursprünglichen Mesenteriums aufzufassen, denn wir sehen, dass das Mesenterium auf eine sehr kurze Zeit der Embryonalperiode beschränkt war und während der Larvenperiode gänzlich fehlte. Die vorliegenden Anheftungen sind also reine Neubildungen.

E. Mesodermgebilde.

Mit dem Abschluss der Embryonalentwicklung waren schon die meisten vom Mesoderm ausgehenden Bildungen der Anlage nach vorhanden. Während der Periode der Larvenentwicklung erfolgt zumeist nur die histologische Differenzirung dieser Gebilde.

Wir wollen zunächst die Ausbildung der Muskeln und da vor Allem den Hautmuskelschlauch in's Auge fassen. Wir beobachteten an der jüngsten Larve eine vollkommene innere Lamelle der Leibeswand, die aus dünnen Mesodermzellen zusammengesetzt war. Diese Mesodermlamelle ist es, auf deren Kosten sich der Hautmuskelschlauch bildet.

Die Bildung der äusseren Ringmuskelschichte erfolgt früher, als die der inneren Längsmuskeln. Es ist schwer, sich aus der Beobachtung der Entwicklung eine sichere Anschauung von dem histologischen Charakter der Ringmuskelschichte zu bilden. Wir wollen uns zunächst daran erinnern, dass wir die Entwicklung eines Theiles der Ringmuskulatur bereits kennen gelernt haben. Es ist dies das breite Ringmuskelband, welches in der Kopfregion hinter dem postoralen Flimmerkranze sich erstreckt. Dieses Ringmuskelband nimmt während der Larvenentwicklung an Mächtigkeit bedeutend zu. Am Schlusse dieser Periode aber wird die Höhe der Muskelfibrillen wieder geringer und man kann dann dieses Ringmuskelband nicht mehr von der übrigen Ringmuskelschichte des Hautmuskelschlauches unterscheiden. — Wir haben schon an einer früheren Stelle erörtert, dass der histologische Typus des Ringmuskelbandes den Charakter von Epithelmuskeln zeigt. An der übrigen Ringmuskelschichte konnte ich mich aber davon nicht mit Sicherheit überzeugen.

An den jüngsten Larven (Fig. 51) sah ich vereinzelte quere Muskelfasern in der Rumpfregion, die zwischen der Ectoderm- und Mesodermschichte der Leibeswand liegen. Diese vereinzelten Ringmuskelfasern schienen mir nun jede ihren eigenen Zellkern zu besitzen, also einzelliger Natur zu sein. In späteren Stadien treten immer zahlreichere Ringmuskelfasern auf, bis die Ringmuskelschichte von einer continuirlichen Lage anfangs zarter Fibrillen gebildet ist. Es schien mir, dass diese Fibrillen nicht ihre eigenen Kerne besitzen, sondern von der Mesodermlamelle an der äusseren, dem Ectoderm zugewendeten Fläche abgeschieden werden, dass dieselben also, so wie das Ringmuskelband, den Charakter von Epithelmuskeln haben. Es mögen also nur jene ersten an der jungen Larve vorhandenen Fibrillen anderer Natur

sein. Ich muss hervorheben, dass ich in dieser Frage nicht zu einer sicheren Entscheidung gekommen bin.

Viel später als die Ringmuskelfasern treten die Längsmuskeln des Hautmuskelschlauches auf. Auch in Bezug auf die histologische Natur dieser Muskeln ist es schwer, ein bestimmtes Urtheil zu fällen. Wir finden an älteren Larven (Fig. 69) eine Anzahl von Längsmuskeln, die ungefähr mit derjenigen am entwickelten Thiere übereinstimmt, also ungefähr 32. Je zwei dieser Längsmuskeln verlaufen in dem vorliegenden Stadium einander genähert und sind vermittelst eigenthümlicher protoplasmatischer Brücken stellenweise mit einander verbunden. Da ich an etwas jüngeren Stadien nur ungefähr die halbe Anzahl von Längsmuskeln fand, vermuthe ich, dass je zwei derselben aus je einem ursprünglich angelegten Längsmuskel entstehen. — Die Längsmuskeln sind am jungen Sipunculus nur von je einer einzigen Faser gebildet, die sich continuirlich durch die ganze Länge des Rumpfes verfolgen lässt. Am Hinterende fand ich diese Fasern pinselförmig ausgefranst. Längs dieser Fasern konnte ich eine Anzahl von Zellkernen als kleine, gegen die Leibeshöble vorspringende Höcker, denselben anliegend beobachten. Es ist nun auch hier schwierig, zu entscheiden, ob diese Zellkerne speciell der Muskelfaser angehören oder ob dieselben noch zum Leibeshöhlenepithel gerechnet werden müssen, welches vielleicht auch als Matrix bei der Bildung der Längsmuskeln aufzufassen wäre.

Vielleicht lassen sich diese schwierigen Fragen, in welche auch die zweifelhafte Natur der Retractoren einbezogen werden muss, leichter durch die histologische Untersuchung der entwickelten Thiere lösen.

Während der Metamorphose tritt eine Rückbildung der accessorischen Retractoren ein, und nur die vier mächtigsten der Retractoren erweisen sich als bleibende Bildung. Zu dieser Zeit treten auch einige quere, von der Bauchseite zur Rückenseite die Leibeshöhle durchziehende Muskelfasern auf; sie liegen ungefähr in der Höhe der Excretionsorgane (Fig. 69).

Wimperorgane des Leibeshöhlenepithels. Zu den interessantesten Differenzirungen der parietalen Mesodermlamelle gehören die sehr frühzeitig auftretenden Wimperorgane. Es sind dies kleine Verdickungen, manchmal von schüsselförmiger Gestalt, die mit lebhaft beweglichen Flimmerhaaren versehen sind. Ich fand dieselben nur im Rumpfabschnitte an der inneren Fläche der Leibeswand, da aber an den verschiedensten Stellen, z. B. selbst

auf dem Peritonealüberzug des Bauchstranges. Die Organe treten schon an den jüngsten Larven auf, anfangs aber spärlich vertheilt und auf den hinteren Theil des Rumpfes beschränkt (W S. Taf. V u. VI).

Die Flimmerorgane sind es, welche eine lebhafte Circulation der Leibeshöhlenflüssigkeit veranlassen. Freilich spielt hiebei auch die häufig wiederkehrende Contraction des Körpers eine grosse Rolle.

Das Blutgefässsystem ist eine der spätest auftretenden Bildungen. — Erst während der Metamorphose entsteht an der dorsalen Seite des Darmes die Anlage eines Blutgefässes. Dasselbe erfährt bald eine assymmetrische Umlagerung. Ich sah das Gefäss mit einer Anschwellung in der vorderen Körperregion an der dorsalen Seite des Oesophagus beginnen (in Bezug auf die Richtung des Blutstromes sollte man sagen, endigen); es liegt weiterhin an der linken Seite des direct nach hinten verlaufenden Darmabschnittes. Dort, wo die Darmwindungen beginnen, verlässt das Gefäss die Richtung des Darmes und biegt in kurzem Verlaufe gegen den Rücken um, wo es in der Region des Afters endigt. — Das Gefäss besteht aus einer doppelten Lage von dünnen Zellen, von welchen die innere die eigentliche Wandung des Blutgefässes repräsentirt, während die äussere als Peritonealüberzug aufzufassen ist.

An den Excretionsorganen treten während der Larvenperiode keine wesentlichen Veränderungen auf. Dieselben haben noch den charakteristischen schleifenförmigen Bau. Die schwefelgelbe Stelle ist auf eine relativ geringere Ausdehnung beschränkt und von der Ausmündungsstelle etwas entfernt.

Während der Metamorphose erleiden die Excretionsorgane eine sehr merkwürdige Umwandlung. Die Veränderung geht so rasch vor sich, dass ich dieselbe nicht direct beobachten konnte, sondern nur das Resultat derselben sah. Im Verlaufe eines Tages hatten nämlich die schleifenförmigen Organe die Form dünnwandiger, weiter, kurzgestielter Bläschen angenommen. An dem Uebergang des kurzen Stieles in das Bläschen findet sich noch die gelbpigmentirte Stelle. Während der Ausführungsgang als hohler, nach aussen führender Stiel persistirt, ist der schleifenförmige Theil des Organes zu einem weiten kugeligen Bläschen umgewandelt. Die innere, peritoneale Oeffnung des Excretionsorganes ist nicht mehr zu entdecken; vielleicht deutet eine kleine Verdickung, die an der Wandung des Organes sich findet, die Stelle an, wo früher der Flimmertrichter sich befand. Die Flimmerung im Innern des Excretionsorganes ist geschwunden.

Es wird noch weiterer Untersuchungen bedürfen, um die Verhältnisse dieser Excretionsorgane des jungen Sipunculus mit denen des erwachsenen Thieres in Einklang zu bringen. Manche bisherige Angaben über den Bau dieses Organes bei dem entwickelten Thiere sind leichter mit dem schleifenförmigen Organe der Larve, als mit dem vorliegenden bläschenförmigen Organ in Uebereinstimmung zu bringen.

III. Die Metamorphose.

Wir haben die betreffenden Veränderungen der einzelnen Organe wohl schon in den vorhergehenden Abschnitten geschildert; wir wollen nun aber die Metamorphose im Zusammenhange betrachten und einige noch nicht erörterte Vorgänge, und namentlich auch die wichtigen Formveränderungen des Körpers, schildern.

Die erste Erscheinung, welche die Metamorphose einleitet, ist vor Allem eine sehr bedeutende Verkleinerung des Kopftheiles. Es wird dabei namentlich der Umfang jener Zone, welche den postoralen Flimmerkranz trägt, reducirt. Zugleich schwindet die scharfe Faltung, welche den Rumpfabschnitt gegen den Kopfabschnitt abgrenzte. Bei gleichzeitiger Streckung gewinnt der Körper so eine mehr gleichmässig cylindrische, nach dem Vorderende etwas verjüngte Form. — Die Larve, die in diesem Zustande zu Boden sinkt, führt vermittelst Aus- und Einstülpung des vorderen Körperendes Kriechbewegungen aus.

Die äussere Form hat sich so schon bedeutend der des entwickelten Thieres genähert, und doch hat die Rückbildung der Larvenorgane erst begonnen. Der Flimmerkranz ist, wenn auch reducirt, noch immer vorhanden, und auch die Anhangsorgane des Oesophagus sind erst im Beginne der Rückbildung. — Das obere Schlundganglion ist in diesem Stadium noch nicht zur Abspaltung gekommen.

Auch nach diesem Stadium dauert das überwiegende Wachsthum des hinteren Körperabschnittes noch lange fort, so dass der After und die anderen in derselben Höhe gelegenen Organe scheinbar immer weiter nach vorn rücken (vergl. Fig. 69, 71).

In den nächsten Stadien, die sehr rasch im Verlaufe von ein bis zwei Tagen vorübergehen, macht zunächst die Rückbildung der Larvenorgane sich geltend.

Der postorale Flimmerkranz wird nicht gleichmässig rückgebildet, sondern erleidet zuerst durch Schwinden einzelner Stellen Unterbrechungen. Bald aber ist von diesem Organe sowohl als

auch von den Anhangsorganen des Oesophagus kaum mehr eine Spur zu entdecken.

Zugleich mit dem Schwinden des Flimmerkranzes tritt eine wichtige Lageveränderung des Mundes ein. Derselbe rückt vollkommen an das Vorderende des Körpers, so dass er nicht mehr ventralwärts, sondern nach vorne gerichtet ist.

Bald darauf entstehen zu beiden Seiten des Mundes breite lippenartige Falten. Dieselben bereiten die Bildung der Mundtentakeln vor. — Die Ablösung des oberen Schlundganglions ist in diesem Stadium schon weit gediehen, doch hängt es an einer beschränkten Stelle noch immer mit der Haut zusammen. Man kann sowohl durch directe Beobachtung, als auch nach der Lage des oberen Schlundganglions sich orientirend, erkennen, dass der Flimmerkranz mit der Bildung der Mundlippen nichts zu thun hat, sondern einer viel weiter nach rückwärts gelegenen Körperzone entspricht. Der Flimmerkranz hat also auch nichts mit der Bildung der Tentakeln zu thun, die sich von den Mundlippen aus entwickeln. — In dem letzten Stadium, das mir zur Beobachtung kam, trat an dem dorsalen Rande der Mundlippen je eine tentakelförmige Ausbuchtung auf, die ich als die Anlage des ersten Tentakelpaares betrachte.

Die Tentakeln sind als Differenzirungen des Mundrandes echte Mundtentakeln, im Gegensatz zu dem Tentakelapparat anderer Würmer, der einer ganzen Körperzone seinen Ursprung verdankt (Phoronis, Bryozoen, Brachiopoden).

Am hinteren Mundrande tritt ein Paar von Flimmergruben innerhalb kleiner Ectodermverdickungen auf (Fig. 71—74). Es sind dies wohl Sinnesorgane, die sich wahrscheinlich auch am erwachsenen Thiere werden nachweisen lassen.

II. Abschnitt. Theoretische Betrachtungen.

Phylogenetische Beziehungen des Sipunculus.

I. Vergleichung der Entwicklung des Sipunculus mit derjenigen von Phascolosoma.

Wenn wir die beobachteten Vorgänge der Sipunculus-Entwicklung mit anderen verwandten Erscheinungen theoretisch vergleichen wollen, so müssen wir, im engsten Kreise beginnend, vor Allem die Entwicklung der anderen Sipunculiden betrachten. Unsere Kenntniss von der Entwicklung anderer Sipunculiden

beschränkt sich auf Dasjenige, was wir durch die Beobachtungen von Selenka über die Entwicklung von Phascolosoma wissen [1]), und auf einige wenige Bemerkungen anderer Autoren.

Schon eine oberflächliche Vergleichung der Darstellung Selenka's mit der hier beschriebenen Entwicklung des Sipunculus wird uns von einer auffallenden Aehnlichkeit des ganzen Entwicklungsganges überzeugen. Es ist zu erwarten, dass eine erneuerte Untersuchung der Phascolosoma-Entwicklung auch eine noch grössere Uebereinstimmung der inneren Entwicklungsvorgänge in Bezug auf die Bildung der Keimblätter und Organe ergeben wird.

Wir müssen aber einen Punkt hervorheben, in Bezug auf welchen die Entwicklung von Phascolosoma nach den bisherigen Angaben ganz merkwürdig von der des Sipunculus verschieden erscheint. Es ist dies der vollkommene Mangel der Embryonalhülle. Vom Abwerfen der Eihaut oder gar einer Zellschichte kann nach den Angaben Selenka's bei Phascolosoma keine Rede sein; denn er gibt an, dass die Zona radiata, ähnlich wie bei vielen Annelidenlarven, zur Cuticula des Thieres werde. Es fragt sich nun, ob etwa das Abwerfen der Eimembran und Embryonalhülle von Selenka übersehen worden wäre. Gegen eine solche Vermuthung spricht aber das verschiedene Verhalten des postoralen Wimperkranzes bei Phascolosoma und Sipunculus. Nach Selenka durchbohrt bei Phascolosoma der Wimperkranz, sowie die anderen Wimpern die Zona radiata und ragt demgemäss frei über die Oberfläche derselben hinaus und dient zur Fortbewegung des Embryo. Der Wimperkranz verhält sich also wesentlich anders, als bei dem Sipunculusembryo, bei welchem er, von der Embryonalhülle bedeckt, innerhalb der Amnionhöhle sich findet. Dies deutet schon auf ein verschiedenes Verhältniss in Bezug auf die Embryonalhüllenbildung.

Metschnikoff, der einige kurze Angaben über die Entwicklung von Phascolosoma macht [2]), gibt ebenfalls an, dass die Eimembran sich ähnlich wie bei den Anneliden in die Cuticula der Larve verwandelt. Er macht aber an derselben Stelle folgende auffallende Bemerkung: „Bei Phascolosoma bildet sich am Embryo sehr früh ein bauchliegender Keimstreif, welcher ganz

[1]) E. Selenka, Entwicklung von Phascolosoma. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool. Bd. XXV.

[2]) E. Metschnikoff, Studien über Entw. der Echinodermen und Nemertinen. Akad. der Wissensch. in St. Petersburg. 1869, p. 65.

dieselbe Bedeutung wie bei Chaetopoden hat.“ Dies könnte doch auf ähnliche Verhältnisse wie bei Sipunculus deuten.

Wenn bei Phascolosoma die Embryonalhülle thatsächlich fehlt, so ist der Unterschied bei so nahe verwandten Thieren, wie dies Sipunculus und Phascolosoma sind, theoretisch sehr interessant. Es entsteht dann die Frage, ob die Embryonalhüllenbildung in einer verhältnissmässig kurzen phylogenetischen Periode von Sipunculus erworben worden sei oder ob vielleicht bei den Ahnen von Phascolosoma wieder eine Rückbildung der Embryonalhülle stattgefunden habe. Die Discussion dieser Frage mag verschoben werden, bis eine wiederholte Untersuchung der Entwicklung von Phascolosoma vorliegt.

Von Bedeutung scheint mir das Vorhandensein eines schwachen präoralen Wimperkranzes und die stärkere Ausbildung des präoralen Lappens bei Phascolosoma. Die Vergleichung der Tentakelentwicklung bietet Schwierigkeiten, die durch weitere morphologische Untersuchungen gelöst werden müssen. Nach einer Notiz Spengel's [1]) scheint keine Homologie dieser Bildungen vorzuliegen.

II. Beziehungen der Sipunculiden zu den Anneliden.

Nachdem wir erörtert haben, wie die Entwicklung von Sipunculus mit derjenigen von Phascolosoma, trotz mancher Abweichungen, in ihrem Typus übereinstimmt, wollen wir uns einem weiteren Kreise zuwenden und die Anneliden und speciell auch die Familie der Echiuriden zur Vergleichung herbeiziehen. [2])

Bekanntlich wurden bisher die Sipunculiden mit den Echiuriden als Gephyreen vereinigt. Bei den Echiuriden wurden Beziehungen zu den Anneliden erkannt, namentlich in Andeutungen einer Segmentirung, die in der Wiederholung von Organen ihren Ausdruck findet. Ich selbst hatte vor einiger Zeit die Larvenentwicklung von Echiurus untersucht und war zu dem Resultate gekommen, dass die Echiuriden in ihrer Entwicklung vollkommen dem Annelidentypus entsprechen und dass sie durchaus nur als eine in eigenthümlicher Weise modificirte Annelidengruppe aufzufassen sind. Sie sind weit von dem Typus der Ur-Anneliden

[1]) Bericht der 50. deutschen Naturforscherversammlung.

[2]) Die sehr interessante Vergleichung der Sipunculiden mit Phoronis will ich hier beiseite lassen. Ich habe mir über die systematische Stellung dieser sehr interessanten Form wohl eine ganz bestimmte, auch auf eigene Untersuchungen gestützte Meinung gebildet; ich will aber damit zurückhalten, um Herrn Caldwell, der gleichzeitig die Phoronis monographisch bearbeitet, zur ungestörten Veröffentlichung seiner Resultate Zeit zu lassen.

entfernt und haben sich gewiss von höher organisirten Anneliden abgezweigt.

Die auch neuerdings wieder auftauchende Ansicht, dass die Echiuriden den Uebergang von ungegliederten Thieren zu den Anneliden vermitteln (Vejdovsky) [1]), ist als durchaus irrthümlich zurückzuweisen. Ich will die sonderbare Logik jener phylogenetischen Erörterungen nicht näher beleuchten, da dieselben auch ohne jede Polemik den klareren Begriffen weichen müssen. [2])

Wir begegnen in letzter Zeit überhaupt mehrfach wieder Betrachtungen über Verwandtschaftsbeziehungen der Anneliden, welche die Ableitung des Annelidenstammes von hochentwickelten und morphologisch complicirten Annelidengruppen darzuthun suchen. Ich glaube hier mit aller Entschiedenheit solche Aufstellungen zurückweisen zu müssen, welche nicht einmal von dem Versuche begleitet sind, die Ableitung der Anneliden von jenen äusserst einfachen Formen, dem Protodrilus und Polygordius, die ich als die ursprünglichsten Anneliden bezeichnete, zu widerlegen. Gerade in dem Annelidenstamme liegt so klar die Stufenleiter von den höchsten und complicirtesten Formen bis hinab zu den Ur-Anneliden, die den Typus in der denkbar einfachsten Form repräsentiren, vor, wie kaum in einer anderen Thierclasse. Ich glaube an dem schon vor längerer Zeit ausgesprochenen Satze festhalten zu müssen, der durch meine Untersuchung über Protodrilus gewiss nur verstärkte Bedeutung erhielt, nämlich:

„Bei jeder Auseinandersetzung über die phylogenetische Beziehung der einzelnen Annelidengruppen zu einander, sowie bei jeder Betrachtung über die Verwandtschaftsverhältnisse der Anneliden zu den anderen Gruppen der Bilaterien müssen wir auf Polygordius, als die ursprüngliche Annelidenform, zurückkommen. Diesen Gesichtspunkt, den wir als gesicherte Basis gewonnen haben, wollen wir festhalten, und von diesem Ergebniss müssen wir stets ausgehen."

Da wir erkannt haben, dass die Echiuriden in dem Typus ihres Baues und ihrer Entwicklung echte Anneliden sind, so

---

[1]) Vejdovsky, Untersuchungen über Anat., Phys. u. Ent. von Sternaspis. Denkschr. d. Akad. d. W., Wien 1881.

[2]) Ganz zutreffend wird im Gegensatz zu Vejdovsky neuerdings von M. Rietsch (Ann. Sc. Nat. Tom. XIII, 1882) die Stellung von Sternaspis erörtert und darauf hingewiesen, dass diese Form nicht unmittelbar mit Echiurus verwandt sei, sondern sich ganz unabhängig entwickelt habe, als eine selbstständig modificirte Form der vielgestaltigen Annelidenclasse.

wollen wir bei der nachfolgenden Vergleichung der Sipunculiden mit den Anneliden nachfolgenden Weg einschlagen: wir wollen die Sipunculiden zunächst mit den Anneliden im Allgemeinen vergleichen und uns dann die Frage vorlegen, ob dieselben etwa zu den Echiuriden, als Unterabtheilung derselben, in näherer Beziehung stehen.

A) Vergleichung mit den Anneliden im Allgemeinen.

Wenn wir die Entwicklung der Sipunculiden mit derjenigen der Anneliden vergleichen, so müssen wir sagen, dass dieselbe sowohl in ihrem Gesammtbilde, als auch in vielen einzelnen wichtigeren Punkten sehr bedeutend von der Entwicklung aller Anneliden, soweit uns dieselbe bekannt ist, abweicht. Wir müssen uns aber weiter fragen, ob in diesen abweichenden Eigenthümlichkeiten ein fundamentaler Gegensatz des Typus bedingt ist?

a) Typus der Keimblätterbildung und Gastrulaschliessung.

Der Typus, nach welchem die Keimblätter bei Sipunculus sich anlegen, stimmt mit dem bei verschiedenen Anneliden beobachteten vollkommen überein. Die Bildung der Gastrula, die Entstehung des Mesoderms von zwei Randzellen des primären Endoderms, welche zwischen beide primäre Blätter hineinrücken und durch Vermehrung die Mesodermstreifen liefern, an deren Hinterende noch längere Zeit grössere Polzellen persistiren, die Spaltung der Mesodermstreifen in ein viscerales und parietales Blatt, ferner die Schliessung des Gastrulamundes an der Ventralseite und die Bildung des Oesophagus an jener Stelle, wo der vorderste Rest des Gastrulamundes liegt, dies Alles sind Eigenthümlichkeiten, welche für die Annelidenentwicklung typisch sind. Ich will aber schon an dieser Stelle darauf hinweisen, dass alle diese Eigenthümlichkeiten nicht nur bei Anneliden, sondern ebenso auch bei Mollusken beobachtet werden; doch wollen wir auf diesen Punkt noch an einer späteren Stelle dieser theoretischen Erörterungen zurückkommen.

Ich will hier noch hervorheben, dass bei Sipunculus, wo die Entwicklung bis zu einem weit vorgeschrittenen Stadium auf Kosten des im Ei vorliegenden Materiales vor sich geht, und wo bis zu jenem weit vorgeschrittenen Stadium keine Wachsthumsprocesse in's Spiel kommen, mit sehr grosser Sicherheit die Ableitung des gesammten Mesoderms von den zwei grossen Ur-Mesodermzellen constatirt werden kann. Wenn wir in der ganzen

Entwicklungsreihe die Embryonen vergleichen, so sehen wir, dass die Massenverhältnisse des ganzen Mesoderms stets mit denen der zwei ursprünglichen grossen Ur-Zellen übereinstimmen. Eine Betheiligung des Ectoderms an der Mesodermbildung ist auch durch die Lageverhältnisse mit Sicherheit auszuschliessen.

Mir ist dies wieder ein Beweis für die Richtigkeit von Kowalevsky's und meiner eigenen, sowie Goette's [1]) Darstellung über die Mesodermbildung der Anneliden — im Gegensatz zu den Anschauungen Kleinenberg's. [2])

b) Ueber die Embryonalhüllenbildung und abgekürzte Entwicklung des Sipunculus.

Nachdem wir diese Punkte der Uebereinstimmung hervorgehoben haben, kommen wir wieder zur Erörterung einiger von dem Typus der Annelidenentwicklung abweichender Eigenthümlichkeiten.

Es ist da vor Allem die merkwürdige Embryonalhüllen-Bildung bei Sipunculus hervorzuheben. Wir sind schon in dem ersten Absatz dieser theoretischen Erörterungen zu dem Schlusse gekommen, dass die Embryonalhüllen-Bildung nicht allen Sipunculiden zukomme und vielleicht erst innerhalb des Sipunculidentypus sich entwickelt habe. Die Embryonalhüllen-Bildung würde daher keinen Grund abgeben gegen die Ableitung der Sipunculiden von den Anneliden, da sich diese Eigenthümlichkeit erst nach der Abzweigung vom Annelidenstamme entwickelt haben könnte.

Die Entwicklung des Sipunculus ist im Vergleich zu derjenigen der meisten Anneliden eine sehr abgekürzte. Die Larve ist schon beim Ausschlüpfen mit der secundären Leibeshöhle (Cölom) ausgestattet und besitzt schon echte Rumpfnieren, die einen ganz anderen Charakter besitzen, als jene primären Kopfnieren, die bei Mollusken- und Annelidenlarven beobachtet wurden.

Wir wissen, dass auch bei den Anneliden Fälle von abgekürzter Entwicklung vorkommen, namentlich bei den Land und Süsswasser bewohnenden Oligochäten und den naheverwandten Hirudineen. Der Modus der Abkürzung zeigt aber bei Sipunculus einen ganz anderen Charakter, als in den genannten Fällen, und man muss die Abkürzung der Entwicklung bei Sipunculus und

[1]) A. Goette, Abhandl. zur Entwicklungsgesch. d. Thiere. Leipzig 1882 (81).
[2]) Kleinenberg, Sullo sviluppo del Lumbricus trapezoides. Napoli 1878.

den Anneliden jedenfalls als ganz heterogene Erscheinungen betrachten.

Wenn nun auch in dem Modus der abgekürzten Entwicklung Sipunculus von den Anneliden sich unterscheidet, so kann dieser Unterschied doch nicht gegen die Ableitung des Sipunculus von den Anneliden geltend gemacht werden; denn ebenso wie die Embryonalhüllen-Bildung könnte auch die Abkürzung der Entwicklung erst nach der Abzweigung vom Annelidenstamme erworben worden sein.

c) Morphologische Auffassung der Sipunculus-Larve.

Auf Basis unserer jetzigen Kenntniss der Bilaterien-Larven, mit deren morphologischer Vergleichung auch ich selbst mich in einer Reihe von Abhandlungen beschäftigt habe, ist wohl eine präcise theoretische Analyse der Eigenthümlichkeiten der Sipunculus-Larve möglich.

Wenn wir die Larve mit dem Trochophoratypus vergleichen, der bei den Würmern, Molusken etc. eine so grosse Rolle spielt, so werden wir uns bald darüber klar, dass dieselbe einem viel weiter entwickelten Stadium entspricht. Sie zeigt wohl eine Anzahl von Charakteren der Trochophora; dies sind aber solche Eigenthümlichkeiten, welche auch bei anderen Thieren das Trochophora-Stadium überdauern und in den späteren Stadien, ja zum Theil sogar im erwachsenen Zustande, sich erhalten.

So finden wir einen Bau des Darmcanales, der mit dem Typus der Trochophora übereinstimmt — ectodermalen Vorderdarm, endodermalen Mitteldarm und kurzen ectodermalen Hinterdarm. Die Lage der Mundöffnung ist ebenfalls auf die der Trochophora zurückzuführen. Der After ist so wie bei der Trochophora in Bezug auf die Lage der Ur-Mesodermzellen dorsal. Derselbe ist hier bei Sipunculus, mehr als dies gewöhnlich der Fall ist, an der Dorsalseite hinaufgerückt. Wir haben aber auch andere Beispiele einer Verschiebung des Afters in dieser Richtung. Auch die Scheitelplatte, welche sich am animalen Pole entwickelt, stimmt mit jener Bildung der Trochophora überein. In der Bewimperung zeigen sich wohl einige Unterschiede. Während die Trochophora einen locomotorischen präoralen Wimperkranz und einen schwächeren, zur Herbeischaffung der Nahrung dienenden postoralen besitzt, ist bei der Sipunculus-Larve nur der postorale Wimperkranz vorhanden, der eine mächtigere Ausbildung erreicht hat und der Fortbewegung dient. Doch ist zu erwähnen, dass bei

der nahe verwandten Phascolosoma auch das Vorhandensein eines schwachen präoralen Wimperkranzes beobachtet wurde. Immerhin scheint das Prävaliren des postoralen Wimperkranzes für die Sipunculiden im Allgemeinen durchgreifend. Wir wissen aber, dass mannigfache Modificationen der ursprünglichen Bewimperung selbst in engen verwandtschaftlichen Grenzen, z. B. bei den Anneliden, vorkommen.

In ihren übrigen morphologischen Charakteren erhebt sich die Organisation der Sipunculus-Larve weit über jene des Trochophora-Stadiums. Während bei der Trochophora beinahe der ganze Körper nur den Kopf des späteren Thieres repräsentirt und der Rumpf noch ein ganz untergeordneter Theil ist, sehen wir schon bei der ausschlüpfenden Sipunculus-Larve den Rumpf weit ausgebildet. Während die Trochophora-Larve eine primäre Leibeshöhle besitzt und die secundäre Leibeshöhle erst später innerhalb der Mesodermstreifen auftritt, finden wir bei der Sipunculus-Larve die secundäre Leibeshöhle schon vollkommen entwickelt. Während bei der Trochophora provisorische Kopfnieren und Kopfmuskeln sich finden, welche später durch die von den Mesodermstreifen aus sich entwickelnden Muskeln und Rumpfnieren verdrängt werden, ist an der Sipunculus-Larve von solchen provisorischen Organen nichts zu entdecken; dagegen finden wir schon die bleibenden Retractoren des Vorderkörpers und die Rumpfnieren in Thätigkeit.

Wir finden auch einige vielleicht nur speciell den Sipunculidenlarven zukommende Organe, so z. B. die Anhangsorgane des Oesophagus.

Alles dies sind Eigenthümlichkeiten, welche uns beweisen, dass die Sipunculus-Larve nicht dem Trochophora-Stadium entspricht, sondern ein viel späteres Entwicklungs-Stadium repräsentirt. Jene Entwicklungsstufe, welche mit dem Trochophorastadium zu vergleichen wäre, wird von Sipunculus während der sehr abgekürzten Embryonalentwicklung durchlaufen und jene provisorischen, für die typische Trochophora charakteristischen Organe des Kopfes, nämlich die Kopfniere und die primären Muskeln des Kopfes, sind dieser Abkürzung wegen vollkommen unterdrückt.

Wir müssen uns nun die Frage vorlegen, welchem Stadium aus der Entwicklung eines Anneliden man die junge Sipunculus-Larve etwa vergleichen müsste?

Die Sipunculus-Larve kann nur einem solchen Larvenstadium der Anneliden verglichen werden, an welchem bereits in den

Mesodermstreifen wenigstens eine Andeutung der Leibeshöhlenbildung aufgetreten ist, an dem aber die Anlage des Bauchstranges noch nicht vorhanden ist. An dem Stadium, welches diese Merkmale zeigt, sehen wir bei allen Anneliden einige sehr charakteristische und wichtige Erscheinungen auftreten. Wir finden da stets die Metamerenbildung in regem Gange und wir beobachten an den vorderen Metameren eine viel weitere Ausbildung, als an den hinteren und dem Endsegmente. Ich glaube diese typischen Verhältnisse in meinen Studien über Entwicklung der Anneliden genügend klar hervorgehoben zu haben und ich habe in einer anderen Arbeit gezeigt, dass selbst bei einer so weit abweichenden Annelidenform, wie Echiurus es ist, diese Erscheinungen noch ganz scharf sich ausprägen.

In dieser Beziehung zeigt die Sipunculus-Larve ein Verhalten, welches mit den erwähnten typischen Erscheinungen der Annelidenlarven in entschiedenem Widerspruche steht. Die secundäre Leibeshöhle ist in der ganzen Ausdehnung des Rumpfes gleichmässig ausgebildet und von einer Metamerenbildung ist keine Spur nachzuweisen. Doch ist darauf hinzuweisen, dass während der Embryonalentwicklung die Bildung der Leibeshöhle am vorderen Ende der Mesodermstreifen beginnt und nach hinten fortschreitet, worin eine Anknüpfung an die Verhältnisse der Anneliden erblickt werden muss.

Die Ableitung der Sipunculiden von gegliederten Anneliden ist demnach bei dem Fehlen der Metamerie selbst in der Entwicklungsgeschichte sehr zweifelhaft, wir müssten denn eine so bedeutende Modification der Entwicklung annehmen, dass selbst die Spur jenes für alle Anneliden so charakteristischen Processes verloren gegangen wäre.

Auch die schleifenförmigen Excretionsorgane der Larve beweisen nichts für die Ableitung von gegliederten Thieren, denn auch die ungegliederten Mollusken besitzen ein solches Paar (oder bei einseitiger Rückbildung ein unpaares) Organe, welche oft gerade so wie die der Sipunculus-Larve einen vollkommen mit dem der Segmentalorgane übereinstimmenden Typus zeigen.

Von Interesse scheint mir auch ein Verhalten in der Aufeinanderfolge der Organe, welches selten so klar vorliegt, wie in der Ontogenie von Sipunculus. Ich meine die Thatsache, dass die Rumpfniere vollkommen ausgebildet ist, bevor noch eine Spur der Bauchmark-Anlage vorhanden ist. Ich schliesse auf dieselbe phylogenetische Aufeinanderfolge.

d) Entwicklung des Muskel- und Nervensystems.

In der weiteren Entwicklung des Sipunculus ist mit Rücksicht auf die Vergleichung mit den Anneliden die Entwicklung des Muskel- und Nervensystems von besonderem Interesse. Es zeigen sich da einige Eigenthümlichkeiten, die sich nicht ohneweiters mit denjenigen der Anneliden vereinbaren lassen.

Bei Bildung des Hautmuskelschlauches von Sipunculus treten zuerst die Ringmuskeln auf. Es ist da zu erwähnen, dass die Ringmuskeln bei den Anneliden wohl niemals nach dem Typus der Epithelmuskeln gebaut sind, während sie hier bei Sipunculus, wo sie eine besonders regelmässige Anordnung zeigen, diesem Typus anzugehören scheinen. Ferner ist hervorzuheben, dass — im Gegensatz zu dem Verhalten bei Anneliden — die Ringmuskelschichte auffallend früher gebildet wird, als die Längsmuskeln, und dass die letzteren nicht eine continuirliche Schichte bilden.

Sehr auffallend ist es, dass früher noch als die Fibrillen des Hautmuskelschlauches andere wohlausgebildete Muskeln auftreten, nämlich die zwei Paar Retractoren. Man könnte dieses frühe Auftreten derselben als „vorzeitige Differenzirung" betrachten welche ja öfters bei solchen Organen beobachtet wird, die in der Organisation einer Thierclasse eine besonders wichtige Rolle spielen. Es wäre aber auch eine andere Auffassung möglich. Man könnte annehmen, dass die vier Retractoren den vier Längsmuskelfeldern der Anneliden (oder auch nur einem Theile derselben) homolog seien, die ja den ältesten Theil des Hautmuskelschlauches repräsentiren. Dieselben wären aber hier nur mit ihren Enden an der Leibeswand befestigt, in ihrem übrigen Verlaufe aber von derselben losgelöst, so dass sie frei in der Leibeshöhle liegen. Die Längsmuskeln des Hautmuskelschlauches des Sipunculus wären dann jenen der Anneliden nicht direct zu vergleichen, sondern als secundäre Bildung zu betrachten. Ich will aber hier ausdrücklich hervorheben, dass ich dieser Auffassung nicht grössere Wahrscheinlichkeit beimesse, als der entgegengesetzten, nach welcher wir den Hautmuskelschlauch mit dem der Anneliden zu vergleichen und die Retractoren für Neubildungen (aus untergeordneten Theilen des ersteren hervorgegangen) zu halten hätten. — Es ist schwer, in Bezug auf die Vergleichung des Muskelsystems des Sipunculus mit dem der Anneliden ein endgiltiges Urtheil abzugeben.

Bei Vergleichung des Centralnervensystems des Sipunculus und der Anneliden handelt es sich hauptsächlich um die Homologie des Bauchmarkes.

In Bezug auf die Entwicklung des Bauchmarkes zeigt Sipunculus einige von dem typischen Verhältnisse bei Anneliden abweichende Eigenthümlichkeiten. Es ist wohl, so wie bei den Anneliden, das Fortschreiten der Differenzirung von vorne nach hinten zu beobachten. Dagegen ist hervorzuheben, dass die Anlage des Bauchmarkes eine mediane, vollkommen unpaare Anlage ist, während bei Anneliden charakteristischer Weise zuerst zwei seitliche Verdickungen, die „Seitenstränge", auftreten, die erst secundär (mag dies nun durch Einstülpung eines mittleren Theiles geschehen, oder durch Zusammenrücken der abgelösten Seitenstränge, wie Kleinenberg will) einen medianen Strang bilden. — Ich möchte auf diesen Unterschied der Entwicklungsweise nicht allzu grosses Gewicht legen und glaube, dass dies nicht einen ausreichenden Grund bilden würde gegen die Homologie des Bauchmarkes von Sipunculus und Anneliden.

Wenn wir nun die ganze Entwicklungsgeschichte des Sipunculus überblicken, so kommen wir wieder darauf zurück, das nur in einem Punkte die Vergleichung mit der Annelidenentwicklung auf ernstliche Schwierigkeiten stösst, nämlich in dem vollkommenen Mangel der Metamerenbildung. Alle anderen Unterschiede sind nur von untergeordneter Bedeutung.

Da auch in dem anatomischen Bau des entwickelten Thieres keine bestimmten Andeutungen von Segmentirung nachzuweisen sind (in regelmässigen Abständen abgehende Nerven finden sich auch bei ungegliederten Thieren: Chiton, Neomenia), so ist die Ableitung der Sipunculiden von einer segmentirten Anneliden-Stammform sehr in Frage gestellt.

B) Vergleichung mit den Echiuriden im Speciellen.

Ich will hier einige Bemerkungen über etwaige Beziehungen der Sipunculiden zu den Echiuriden anknüpfen. Ich könnte hier auf meine bereits an anderer Stelle geäusserte Ansicht hinweisen und ich hielte die nachfolgenden ausführlicheren Auseinandersetzungen an und für sich nicht für nothwendig. Dieselben sind nur dadurch veranlasst, dass von vielen Autoren noch mit Hartnäckigkeit an der Verwandtschaft der Echiuriden und Sipunculiden festgehalten wird. Wir müssen uns die historische Ent-

wicklung dieser Anschauung vor Augen halten. Früher vereinigte man die Sipunculiden und Echiuriden mit den Holothurien, gestützt auf die grobe Aehnlichkeit der äusseren Körperform. Nach genauerer Kenntniss ihres streng bilateralen Baues wurden sie als Gephyreen von den Echinodermen entfernt und zu den Würmern gestellt. Die Vereinigung der Sipunculiden und Echiuriden ist auch nur ein Ueberbleibsel jener alten, auf grobe äusserliche Aehnlichkeit sich stützenden Eintheilung.

Ich hatte schon in meiner Arbeit über Entwicklung von Echiurus, in welcher ich die Ableitung der Echiuriden von den Anneliden gesichert zu haben glaube, auf den Gegensatz zwischen Sipunculiden und Echiuriden hingewiesen. Ich führe aus jener Abhandlung folgenden Satz an: „Es erscheint mir noch zweifelhaft und müsste jedenfalls erst durch die Entwicklungsgeschichte bewiesen werden, ob die borstenlosen Gephyreen (Sipunculiden) überhaupt schon von gegliederten Formen abstammen, wenn aber dieser Nachweis sich führen liesse, so müssten dieselben doch, wie ich vermuthe, von den Echiuriden getrennt werden und beide Gruppen selbstständig im System der Anneliden angeführt werden.“ Ich kann an diesem Satze nach den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung nur noch nachdrücklicher festhalten.

Wie oben erörtert wurde, ist es überhaupt zweifelhaft, ob die Sipunculiden von gegliederten Formen abstammen. Wir wollen uns aber die Frage vorlegen, wie das Verhältniss zu den Echiuriden aufzufassen wäre, wenn wir die Voraussetzung gelten liessen, dass die Sipunculiden von einer gegliederten Stammform abzuleiten seien. Ich muss ganz entschieden darauf beharren, dass auch dann die Sipunculiden als eine von den Echiuriden vollkommen getrennte Annelidenform zu betrachten wären. Da sie in ihren morphologischen Charakteren sehr verschieden sind, so müssten sie auch innerhalb des Systemes der Anneliden als vollkommen gesonderte Gruppen aufgeführt werden.

Selbst die Aehnlichkeit der äusseren Körperform hält einer genaueren Betrachtung nicht Stand. Denn während für die Echiuriden eine sehr bedeutende Entwicklung des präoralen Kopflappens charakteristisch ist (Spengel hat zuerst darauf hingewiesen, dass der Echiuridenrüssel diese Bedeutung hat), so ist für die Sipunculiden die vollkommene Reducirung des Kopflappens und eine terminale Lage des Mundes in morphologischer Beziehung kennzeichnend. Dieser Gegensatz ist in dem Bau der Larven sehr auffallend und ebenso im Bau der erwachsenen Thiere

auf das Schärfste ausgeprägt. An eine morphologische Vergleichung des „Rüssels“ in beiden Gruppen wird heute wohl Niemand mehr denken.

Die Entwicklung von Sipunculus unterscheidet sich von der des Echiurus in demselben Grade, wie von derjenigen der Anneliden im Allgemeinen.

Auch in Bezug auf den inneren anatomischen Bau zeigt Sipunculus kaum nähere Beziehungen zu Echiurus, als zu irgend einem anderen Anneliden. Es könnte hier nur einige Uebereinstimmung im Bau des Darmcanales geltend gemacht werden, die aber gewiss auf die ähnliche Ernährungsweise zurückführbar ist. Auch ist darauf hinzuweisen, dass wir analoge Eigenthümlichkeiten des Darmcanales selbst bei den unter ähnlichen Verhältnissen lebenden Holothurien und Spatangiden finden. Man könnte immerhin auch die ventrale Flimmerlinie im Dünndarm der Sipunculuslarve mit dem gewundenen Flimmerapparat der Echiuruslarve vergleichen. In jüngster Zeit wurde von v. Drasche[1]) auf ein Divertikel, welches an der ventralen Wand des Hinterdarmes in geringer Entfernung vom After bei Thalassema gefunden wurde, mit Beziehung auf eine ähnliche Bildung bei Sipunculus (nach Pallas und Keferstein) besonderes Gewicht gelegt.

Das Muskelsystem von Sipunculus ist schon durch die Retractoren, welche sich durch ihr frühes Auftreten als morphologisch bedeutsam documentiren, von der Muskulatur des Echiurus ebenso sehr verschieden, als von der aller anderen Anneliden.

Die grosse Anzahl der peripheren, vom Bauchmark abgehenden Nervenstämme des Sipunculus würden, auf einen metamerischen Bau des Thieres bezogen, eine grosse Anzahl von Körpersegmenten bedingen. Die Echiuriden aber sind, wie auch aus der Entwicklung erhellt, oligomere Anneliden.

Ich würde diese Andeutungen für ganz ausreichend halten, ich will aber zum Ueberfluss einmal die Vergleichungspunkte betrachten, wie sie beispielsweise neuerdings einer jener Autoren, welche die gegentheilige Meinung vertreten, vorgebracht hat.

Andreae[2]) schreibt in seinen Beiträgen zur Anatomie und Histologie des Sipunculus nudus:

„Das Integument besteht bei den Sipunculaceen (und wahrscheinlich bei den Priapulaceen) und Echiuriden aus denselben

[1]) Verh. zoologisch.-bot. Gesellsch., Wien 1881.

[2]) Andreae, Beitr. z. Anat u. Hist. des Sipunculus nudus. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 36. 1882.

drei Schichten, welche selbst in den feinsten histologischen Details eine nahezu vollständige Uebereinstimmung zeigen." Diese drei Schichten nun, die Cuticula, Hypodermis und Cutis, finden sich bekanntlich nicht nur bei Anneliden, sondern auch bei den verschiedensten anderen Thieren ebenso gut ausgebildet. Die angeblich „nahezu vollständige Uebereinstimmung selbst in den feinsten histologischen Details" besteht in Wirklichkeit nicht. Denn die Hypodermis mit ihren Drüsen und Sinnesorganen, die wegen ihrer charakteristischen Eigenthümlichkeiten hiebei einzig in Frage kommen kann, zeigt in beiden Gruppen einen sehr verschiedenartigen Bau, obwohl Andreae an vielen Stellen immer wieder die grosse Aehnlichkeit betont. Man kann wenigstens eine ebenso grosse Aehnlichkeit der entsprechenden Organe noch bei sehr vielen anderen Thieren (Anneliden und anderen) beobachten.

Ferner schreibt derselbe Autor: „Bei den Sipunculaceen (Sipunculus und Phascolosoma) setzt sich der Muskelschlauch gerade wie bei den Echiuriden aus drei differenten Lagen zusammen, deren Fasern in ganz ähnlicher Weise verlaufen, jedoch in verschiedener Reihenfolge gelagert sind (Diagonalmuskulatur von Sipunculus und Echiurus), während die Chaetopoden nur zwei Muskelschichten besitzen." Vor Allem ist hervorzuheben, dass eine morphologische Vergleichung der angeblich für diese beiden Gruppen in übereinstimmender Weise charakteristischen Diagonalmuskelschichte durchaus unzulässig ist, da dieselbe bei Echiurus die innerste Schichte des Muskelschlauches bildet, während sie bei Sipunculus nach Andreae zwischen den beiden anderen Schichten lagert. Die verschiedene Lage beweist, dass nicht eine Homologie, sondern nur eine Analogie vorliegt. In beiden Fällen war zur grösseren Beweglichkeit der sackförmigen Körperwandung eine Diagonalmuskulatur nothwendig geworden. Dass diese physiologisch gleichartigen Bildungen unabhängig von einander entstanden sind, also nur analog sind, wird eben durch die verschiedene Lagerung klar bewiesen. Oder hält Andreae etwa das Hindurchwandern der einen Schichte durch die andere für möglich? — Es ist sodann zu bemerken, dass bei der Vergleichung des Muskelsystems die Wichtigkeit der Retractoren nicht gewürdigt ist, durch welche die Sipunculiden sich ebenso von den Echiuriden, wie von allen anderen Anneliden unterscheiden.

Ueber das Nervensystem finden wir folgende Aeusserung: „Bei den Anneliden findet sich ein doppelter, mit Ganglienknoten und Quercommissuren versehener Bauchstrang, welcher dagegen bei allen

Gephyreen stets einfach und ohne ganglionäre Anschwellungen ist.“ Es ist nun vor Allem unrichtig, dass solche ganglionäre Anschwellungen für alle Anneliden typisch sind. Sie fehlen dem Polygordius und anderen niederen Annelidenformen. Uebrigens sind solche ganglionäre Anschwellungen bei Echiurus während der Entwicklung zu beobachten, während sie bei Sipunculus fehlen. Wir sehen aus der Entwicklungsgeschichte, dass das Bauchmark der Sipunculiden sich in Bezug auf seine Anlage ebenso von dem aller anderen Anneliden, als dem des Echiurus unterscheidet. — Wir lesen weiterhin: „Ein Oberschlundganglion, wie es allen Chaetopoden zukommt, fehlt bei den Echiuriden vollständig.“ Die Echiuriden unterscheiden sich hierin (man kann eigentlich nicht von einem Fehlen, sondern nur von einer Reduction des Oberschlundganglion reden) allerdings auffallend von allen anderen Anneliden, aber ebenso sehr auch von Sipunculus. Andreae selbst bemerkt weiter: „Dieselben gleichen darin den Priapulaceen“ etc. Man sieht, dass dieser Charakter innerhalb der Sipunculiden selbst schwankend ist und daher für die Vergleichung der Gruppen bedeutungslos wird. — Dieser Autor legt endlich ein besonderes Gewicht auf die Nervenringe des Sipunculus und Echiurus und möchte in der Uebereinstimmung dieser auch eine Stütze für die Zusammenfassung der Sipunculiden und Echiuriden finden. Da hat nun erst in einer neueren Abhandlung Spengel gezeigt, dass diese Nervenringe durchaus nicht specielle Charaktere dieser beiden Formen sind, sondern ebenso bei manchen echten Anneliden (Chaetopoden), vielleicht bei den meisten, vorkommen. Auf den Unterschied in der Anzahl der Ringnerven wurde schon oben hingewiesen.

Die grosse Aehnlichkeit in der allgemeinen Organisation — vom morphologischen Gesichtspunkte — kann also wohl einer genaueren Prüfung nicht Stand halten.

III. Die Stellung der Sipunculiden im System.

Aus der vorhergehenden Erörterung können wir folgende Schlüsse resumiren, die vollkommen mit jenen Aufstellungen übereinstimmen, welche ich in meiner Arbeit über Echiurus ausgesprochen habe.

Die Sipunculiden zeigen in ihrem Bau und ihrer Entwicklung keine nähere Verwandtschaft zu den Echiuriden. Die Auflösung der Classe der Gephyreen (auch Phoronis fällt weg), die

ich in meiner früheren Arbeit zu begründen versuchte, findet in den neueren Ergebnissen ihre Bestätigung.

Die Echiuriden bilden eine Unterordnung der Chaetopoden.

Wir müssen uns nun fragen, welche Stellung die nun isolirte Gruppe der Sipunculiden erhalten soll?

Das hängt davon ab, wie man die phylogenetische Abstammung derselben sich vorstellt.

Ich halte die Ableitung des Sipunculidenstammes von einer gegliederten Urform für sehr zweifelhaft. Ich möchte denselben von jenen ungegliederten Typus sich abzweigen lassen, von welchem Sagitta, die Mollusken und auch (durch Erwerbung der Segmentirung) die Anneliden abzuleiten sind. Dieser hypothetische Typus zeigt nachfolgende morphologische Charaktere: nebst den vom Trochozoon-Typus ererbten Eigenthümlichkeiten (Scheitelplatte, Typus des Darmcanales etc.) — secundäre Leibeshöhle (Cölom) — Gegensatz von Kopf und (ungegliedertem) Rumpfabschnitt — provisorische Kopfniere (vom Trochozoon-Typus ererbt) und definitive Rumpfniere (in Form eines Paares von schleifenförmigen Organen) — dorsale, im Mesenterium gelegene Aorta — Centralnervensystem in Form einer Scheitelplatte und seitlicher Commissuren im Ectoderm des Kopfabschnittes und eines Paares ventraler Längsnerven im Ectoderm des Rumpfabschnittes. — Ich möchte also jener Stammform ein primitives Centralnervensystem des Rumpfes zuschreiben, von welchem das Bauchmark sowohl bei Sipunculus, Sagitta, Brachiopoden, Mollusken (Pedalnerven), als auch bei den Archianneliden [1]) sich ableiten liesse. Das Bauchmark von Sipunculus hätte sich unabhängig von dem der Anneliden — aber von derselben gemeinschaftlich ererbten Primitivanlage aus — entwickelt. Dieser Annahme folgend, könnte man die Sipunculaceen an derselben Stelle des Systems belassen, wo man bisher die Gephyreen stellte, also zunächst der Classe der Anneliden.

Wollte man aber sich der Ansicht zuneigen, dass die Sipunculiden von einer gegliederten Form, einem Annelid, abstammen, so müsste man sie als Ordnung der Anneliden etwa in Anhang an die anderen Ordnungen derselben bringen.

[1]) Vejdovsky l. c. verspricht uns wichtige Aufschlüsse über das bauchmarklose (?) Aeolosoma. Wir wollen doch seine definitiven Mittheilungen erwarten, bevor wir die darauf basirten Folgerungen (diphyletische Ableitung der Chaetopoden) anerkennen.

Ueber einige allgemeinere morphologische Fragen.

I. Ueber die Kopfhöhle.

In ihrer Entwicklung erweist sich die Kopfhöhle als eine directe Fortsetzung des Cöloms. Diese Beobachtung stimmt mit jener Auffassung überein, die Kleinenberg aufgestellt hat, dem sich auch Balfour (auf eigene Untersuchungen an Spinnen gestützt) angeschlossen hat.

Ich selbst hatte eine andere Anschauung über die Kopfhöhle ausgesprochen, die sich auf meine Untersuchung der Polygordiusentwicklung stützte. Die von mir bei Polygordius beobachteten Thatsachen müssen nun eine andere Deutung erfahren. Das Cölom des Kopfes scheint im Allgemeinen durch ein secundäres Auswachsen von Fortsätzen der Cölomsäcke gebildet zu werden (vergl. auch die Entwicklung von Amphioxus). Bei Polygordius liegen aber die Verhältnisse nicht so klar, da nur an der parietalen Schichte des Mesoderms ein secundäres Vorwachsen in die Kopfregion, vom Rande des ersten Rumpfsegmentes aus, zu beobachten ist, der Darm aber in das schon früher gebildete Peritoneum der benachbarten hinteren Region hineinrückt. — So lassen sich auch diese Beobachtungen mit jenen anderen neueren nach einem gemeinschaftlichen Gesichtspunkte deuten. Allerdings differirt meine Auffassung des Oesophagusmesoderms noch von derjenigen Kleinenberg's

Ich halte aber überhaupt die schwierige Frage der Auffassung der Kopfhöhlen noch nicht für endgiltig erledigt. Die Untersuchung muss noch über verschiedene Thiere ausgedehnt werden.

II. Entwicklung der Schlundcommissur.

Auch die Bildung der Schlundcommissur bei Sipunculus stimmt mit jenem Verhalten überein, auf welches in letzter Zeit namentlich von Kleinenberg grosses Gewicht gelegt wurde. Die Commissur tritt nämlich erst später auf, nachdem der Bauchstrang ohne Verbindung mit der Scheitelplatte entstanden ist und stellt erst secundär den Zusammenhang zwischen diesen beiden Bildungen her.

Ich will hier die Frage erörtern, ob die grosse Bedeutung, welche Kleinenberg und Balfour dieser Aufeinanderfolge der Bildungen beilegen, berechtigt sei. Vor Allem ist zu bemerken, dass die Schlundcommissur nicht etwa auf Kosten der Bauchmarkanlage entsteht, sondern dass sie an Ort und Stelle zu beiden Seiten des Mundes im Ectoderm entsteht, wo sie auch bei den niedrigsten

Annelidenformen zeitlebens liegen bleibt. Es handelt sich also thatsächlich um nichts Anderes, als um die Zeitfolge in der Entwicklung, dass nämlich die Commissurenverdickung am Ectoderm später auftrete, als die Bauchmarkverdickung. Kleinenberg und Balfour sind der Ansicht, dass diese Zeitfolge überall bei den Anneliden statthaben müsse. Dieser Meinung gegenüber kann ich die schon früher von mir gemachten gegentheiligen Beobachtungen hervorheben. Ich selbst hatte wohl, wie man aus meinen Abbildungen über Entwicklung von Polygordius ersehen kann, bei dieser Form den Bauchstrang früher auftreten sehen als die Commissuren, ich habe mich aber neuerdings vom Gegentheil überzeugt. Dann muss ich auch daran festhalten, dass bei Criodrilus schon vor Bildung der Seitenstränge des Bauchmarkes seitliche Verdickungen des Ectoderms im Kopfabschnitt entstehen, die von der Scheitelplatte aus nach hinten sich erstrecken und die Anlagen der Schlundcommissur repräsentiren. Es ist wohl möglich, dass eine ganz kleine Unterbrechung derselben durch die Wimperrinne bedingt wird. Ebenso ist bei Echiurus die Differenzirung der Commissur schon wohlausgebildet, wenn vom Bauchstrang erst die frühesten Entwicklungsstadien vorliegen.

Meine Ansicht von der phylogenetischen Entwicklung des Rumpfnervensystems führt mich zu einem der Auffassung Kleinenberg's und Balfour's ganz entgegengesetzten Schlusse. Ich halte den letzteren Modus für den palingenetischen.

Ich glaube, dass phylogenetisch die ersten Vorläufer des Bauchmarkes (der Anneliden, Sipunculiden, Mollusken etc.) zwei zu beiden Seiten der Bauchlinie verlaufende Längsnerven waren, die innerhalb des Ectoderms lagen. Solche Längsnerven werden mit dem ursprünglichen Centraltheile des Nervensystems mit der Scheitelplatte[1]) zweifellos in Verbindung gestanden sein. Die Längsnerven gewinnen in der Rumpfregion eine bedeutendere Entwicklung und einen mächtigeren Belag von Ganglienzellen, während sie in der Kopfregion als Commissuren weniger massig sich entwickeln. Dies Verhältniss sowohl, als auch die bedeutende blasenförmige Ausdehnung des Kopftheiles während der Larvenperiode mag die Ursache davon sein, dass die Schlundcommissur

[1]) Der Kleinenberg'sche Ringnerv mag wohl eine sehr alte Bildung sein; ich möchte ihn aber gar nicht für einen Centralapparat halten; die Scheitelplatte aber ist der phylogenetisch älteste, aus einer Sinnesplatte sich entwickelnde Theil des centralen Nervenapparates.

in vielen Fällen coenogenetischer Weise später auftritt als die Bauchmarkanlage.

Verhältniss der Trochophora-Axe zur Gastrula-Axe.

Unter jenen Erscheinungen der Sipunculidenentwicklung, welche besonderes theoretisches Interesse in Anspruch nehmen, ist die Lage der Scheitelplatte im Verhältniss zu der primären Gastrula-Axe hervorzuheben. Ich hatte in früheren Untersuchungen bei Criodrilus und Teredo gefunden, dass die Lage der Scheitelplatte nicht ganz mit dem animalen Pole übereinstimme, sondern dass der letztere etwas mehr nach der Dorsalseite zu liege. Ganz zweifellos liegt ein solches Verhalten bei epibolisch sich entwickelnden Formen, wie z. B. Tubifex, Clepsine, vor. Rabl[1]) nimmt an, dass bei Planorbis die Scheitelplatte mit dem animalen Pole übereinstimme; doch scheint mir dies aus seinen Beobachtungen und Abbildungen nicht evident ersichtlich. Auch bei Chiton soll nach der Angabe von Kowalevsky die Scheitelplatte genau am animalen Pole sich entwickeln.[2]) Dem entspricht auch die Darstellung Götte's von der Entwicklung eines Annelids. Bei der Entwicklung von Sipunculus kann man mit Sicherheit beobachten, dass die Scheitelplatte genau am animalen Pole sich entwickelt, entsprechend den ähnlichen Beobachtungen dieser Autoren.

Es fragt sich nun, in welchem von beiden Fällen uns das primäre Verhalten vorliege. Ich neige mich entschieden zu der Ansicht, dass die Lagerung der Scheitelplatte am animalen Pole der phylogenetischen Entwicklung entspreche, und dass die excentrische Lagerung auf palingenetische Abkürzung der Entwicklung zurückzuführen sei. Es ist nämlich in dem letzteren Falle das secundäre Ueberwiegen des Rumpfes schon durch eine Veränderung der Massenverhältnisse im Ei vorbereitet und dadurch eine scheinbare Veränderung der Axe herbeigeführt.

Die morphologische Ableitung der Trochophora von der einaxigen Gastrula ist folgende: Die aborale Kuppel der Gastrula wird direct in das Scheitelfeld der Trochophora verwandelt. Es hat also jener vordere Abschnitt, der durch den präoralen Wimperkranz abgegrenzt wird, noch seine ursprüngliche Lage zur Gastrulaaxe behalten. In der postoralen Region sind aber Veränderungen aufgetreten, welche den bilateralen Bau der Larve bedingen. Die-

[1]) Rabl: Entw. der Tellerschnecke. Morph. Jahrb. 1879.

[2]) Zool. Anzeiger. 1879.

selben beruhen darauf, dass durch partielle Schliessung der Gastrulamund in eine excentrische Oeffnung übergeht, deren Ränder sich als Oesophagus nach einwärts stülpen. Die excentrische Lage der Mundöffnung mag durch die Bildung des Oesophagus noch schärfer sich ausprägen.

Ich habe die Lage des Scheitelfeldes zur Hauptaxe des radiären Ur-Typus in ähnlicher Weise aufgefasst, wie dies vor Kurzem Kleinenberg gethan hat. Der Weg, auf welchem ich zu demselben Schlusse komme, ist aber ein ganz verschiedener. Während Kleinenberg durch die merkwürdige Hypothese von der Homologie des Ringnerven mit dem der Medusen zur Identificirung des Scheitelfeldes mit der Umbrella der Medusen kommt, stütze ich mich auf die Beobachtung der Axenverhältnisse der Embryonen.

Tafelerklärung.

Allgemeine Buchstabenbezeichnung.

AK Amnioncanal, Rückencanal, der die Kopf- und Rumpf-Amnionhöhle mit einander verbindet.
An After.
Bl blutkörperchenähnliche Zellen der Leibeshöhlenflüssigkeit.
Blg dorsales Blutgefäss.
Dpl Darmfaserplatte, oder viscerales Blatt des Mesoderms.
Dr Drüsiges Anhangsorgan des Oesophagus.
Ect Ectoderm.
En Endoderm.
Hdr zweizellige Hautdrüsen.
HD Hinterdarm.
Hpl Hautmuskelblatt oder parietales Blatt des Mesoderms.
J Dünndarm.
KAH Kopfamnionhöhle. Ringcanal.
KPl Kopfplatte des Embryo.
LH secundäre Leibeshöhle (Coelom).
M^1 unpaare Urzelle des Mesoderms.
M^2 paarige Urzellen des Mesoderms.
MP Polzellen des Mesoderms.
mes Mesodermzellen.
musc Muskel.
N Rumpfniere, schleifenförmiges Organ.
NZ Urzelle der Rumpfniere.
oes Oesophagus.
o Mund.
oc Augenflecken.
Pig Pigmenteinlagerungen des Hautepithels.
Rpl Rumpfplatte, Rpl, d dorsaler Theil. Rpl, v ventraler Theil derselben.
RAH Rumpfamnionhöhle
R Retractoren.
Ra accessorische Retractoren.
Ser seröse Embryonalhülle.
SK Schlundkopf.
Spl Scheitelplatte.
WKr postoraler Wimperkranz.
WS Wimperorgane des Peritoneum.
ZR Dottermembran, Zona radiata.

Sämmtliche Figuren auf Taf. I—VI sind mittelst der Camera lucida und alle, mit Ausnahme der Fig. 61—68, nach dem lebenden Objecte entworfen.

Die Vergrösserung der Abbildungen, die sich auf die Embryonalentwicklung beziehen, bis zu dem Stadium der jüngsten Larve, also Fig. 1—51, ist durchweg 280 : 1. — Bei den älteren Larven ist die Vergrösserung geringer, und zwar ist die Vergrösserung der Fig. 56 noch 280 : 1, die der Figg. 58, 69 und 70 ist 150 : 1, die Vergrösserung der Fig. 71 aber ist nur 60 : 1. — Die Vergrösserung einzelner Theile, die auf Taf. V und VI abgebildet sind, ist in der speciellen Tafelerklärung angegeben.

Taf. I.

Fig. 1. Das Endstadium der Furchung im optischen Medianschnitt. Die obere Hälfte besteht aus kleineren Ectodermzellen, die untere Hälfte aus den grösseren Endodermzellen, von welchen eine grosse unpaare als Urzelle des Mesoderms fungirt.

Fig. 2. Optischer Frontalschnitt desselben Stadiums.

Fig. 3. Optischer Medianschnitt durch ein etwas späteres Stadium. — Die Ectodermzellen haben sich an die Zona radiata angelegt und zarte Flimmerhaare, welche dieselbe durchdringen, ausgesendet. Die Ur-Mesodermzelle ist noch immer unpaar.

Fig. 4. Optischer Durchschnitt desselben Stadiums, der senkrecht auf die Medianebene und durch die grosse unpaare Ur-Mesodermzelle geführt ist.

Fig. 5. Optischer Medianschnitt durch ein späteres Stadium. — Die Endodermfläche hat sich vollkommen abgeplattet. Die grosse unpaare Mesodermzelle ist soeben in paarige Theilstücke zerfallen. Man sieht noch die Sternfigur, welche die Bildung des neuen Kernes begleitet. An dem entgegengesetzten Rande des Endoderms sieht man eine zufällig eben aus einer Theilung hervorgegangene Endodermzelle; die sphärische Form dieser Zelle war nach wenig Minuten wieder verschwunden, während sie bei der Mesodermzelle dauernd ist.

Fig. 6. Optischer Medianschnitt eines älteren Stadiums. — Die Endodermfläche beginnt sich zu vertiefen.

Fig. 7. Dasselbe Stadium vom Endodermpole gesehen, um die paarigen Ur-Mesodermzellen zu zeigen.

Fig. 8. Optischer Medianschnitt durch ein älteres Stadium. — Die Einstülpung des Endoderms ist noch weiter gediehen. Am animalen Pole ist der Wimperschopf und der Ringcanal (Kopfamnionhöhle) aufgetreten.

Fig. 9. Optischer Frontalschnitt desselben Stadiums; derselbe geht nicht genau durch den animalen Pol. — Man sieht am Gastrulamund die grossen Ectodermzellen, welche die Rumpfplatte liefern.

Fig. 10. Optischer Medianschnitt durch ein älteres Stadium. Das Endoderm ist noch tiefer eingestülpt, die Polzellen des Mesoderms beginnen in die Tiefe zu rücken.

Fig. 11. Optischer Frontalschnitt desselben Stadiums. Man sieht die zwischen Ectoderm und Endoderm liegenden kleineren Tochterzellen der Ur-Mesodermzellen, die grösseren Polzellen sind in Fig. 10 sichtbar. Die seitlichen Ectodermzellen des Gastrulamundrandes, welche die Rumpfplatte zu liefern bestimmt sind, werden schon von den Zellen der Serosa überwuchert.

Fig. 12. Optischer Medianschnitt. Die Polzellen des Mesoderms sind schon vollkommen in die Tiefe gerückt.

Taf. II.

Fig. 13. Dasselbe Stadium wie in Fig. 12, vom animalen Pole gesehen, im optischen Querschnitt dargestellt. Die Polzellen des Mesoderms liegen in der Schnittfläche. Die zwei kleineren Mesodermzellen, welche bei etwas höherer Einstellung zu sehen sind, wurden mit punktirten Linien in die Abbildung eingezeichnet.

Fig. 14. Derselbe Embryo, ebenfalls vom animalen Pole gesehen, mit Darstellung der Oberfläche. Man sieht den Verlauf des Ringcanales und die Fort-

setzung desselben, den Amnioncanal; ausserdem ist aber auch der weitere Verlauf des letzteren an der vegetativen Seite und sein Uebergang in den noch weit offenen Amnionnabel (freier Rand der Serosa) mit punktirten Linien eingezeichnet. (Vergleiche Fig. 31.)

Fig. 15. Optischer Medianschnitt durch ein älteres Stadium. — Die Bildung der Rumpfplatte ist weiter vorgeschritten.

Fig. 16. Optischer Querschnitt durch dasselbe Stadium; in derselben Weise dargestellt wie Fig. 13. — Jederseits liegen drei Mesodermzellen.

Fig. 17. Optischer Medianschnitt durch ein älteres Stadium.

Fig. 18. Optischer Medianschnitt durch ein noch älteres Stadium; die Schliessung des Gastrulamundes und die Bildung der Rumpfplatte ist noch weiter vorgeschritten.

Fig. 19. Optischer Medianschnitt durch ein älteres Stadium; diese Processe sind noch weiter gediehen; auch das Vorwachsen der Serosa gegen den vegetativen Pol zeigt Fortschritte.

Fig. 20. Optischer Frontalschnitt durch dasselbe Stadium. Das Verhältniss der Rumpfplatte zur Serosa ist besonders beachtenswerth. Das Mesoderm ist zweischichtig geworden.

Fig. 21. Optischer Frontalschnitt bei anderer Einstellung, mehr der Rückenfläche genähert; derselbe geht durch die zwei Polzellen des Mesoderms.

Fig. 22. Optischer Medianschnitt durch ein späteres Stadium. — Der letzte Rest des Gastrulamundes liegt in der Tiefe der Oesophagusein wucherung.

Fig. 23. Optischer Medianschnitt durch ein späteres Stadium; die Oesophagus einstülpung ist deutlicher ausgeprägt; das Hinterende des Rumpfes beginnt sich zu markiren.

Fig. 24. Optischer Frontalschnitt durch dasselbe Stadium. Die Lageveränderung der Rumpfplatte, welche aus der Vergleichung mit Fig. 20 ersichtlich wird, ist besonders wichtig. — Die Mesodermstreifen zeigen auf dem Durchschnitt drei Zellen, so wie in Fig. 20; doch ist jetzt aus der Lage der inneren Zelle deutlich ihre Bestimmung als Bildnerin des Darmfaserblattes zu erkennen, während die zwei äusseren Zellen sich als Anlagen des Hautmuskelblattes erweisen.

Taf. III.

Fig. 25. Optischer Medianschnitt durch ein späteres Stadium. Der vordere Rand der Rumpfplatte ist weiter gegen die Kopfplatte hinaufgerückt. Die Polzelle des Mesoderms, die ausserhalb der Medianebene liegt, ist in die Abbildung eingezeichnet.

Fig. 26. Optischer Frontalschnitt durch dasselbe Stadium; der Oesophagus, der etwas ausserhalb der Schnittebene liegt, ist eingezeichnet. — Die Mesodermstreifen erscheinen hier weiter ausgebildet als in Fig. 24.

Fig. 27. Optischer Medianschnitt durch ein späteres Stadium. Der vordere Rand der Rumpfplatte ist der Kopfplatte schon bedeutend genähert. Die Polzelle, die ausserhalb der Medianebene liegt, ist eingezeichnet.

Fig. 28. Optischer Frontalschnitt durch dasselbe Stadium. Der Oesophagus, der nicht genau in der Schnittebene liegt, ist in die Figur eingezeichnet; ferner ist auch die seitliche Grenze der Rumpfplatte, wie sie bei der Oberflächenansicht der Ventralseite zu beobachten ist, eingetragen. In den Mesodermstreifen ist ein Spaltraum, die Anlage der Leibeshöhle, aufgetreten.

Fig. 29. Optischer Medianschnitt durch ein späteres Stadium. Der Oesophagus ist verlängert. An der Rückenseite tritt als seichte Grube die Hinterdarmeinstülpung auf. In die Zeichnung ist die Flächenansicht des linksseitigen Mesodermstreifens, der ausserhalb der Schnittebene liegt, eingetragen. Unter den Zellen desselben fällt eine gelbliche Zelle, die Bildnerin der Rumpfniere, auf.

Fig. 30. Optischer Frontalschnitt durch dasselbe Stadium. Hier ist das Lageverhältniss der Nierenbildungszelle zu beachten. Der Verlauf der Rumpfplatte an der ventralen Oberfläche ist eingezeichnet.

Fig. 31. Derselbe Embryo vom Rücken gesehen; zur Darstellung der Kopf- und Rumpf-Amnionhöhle und des sie verbindenden Rückencanales.

Fig. 32. Optischer Medianschnitt durch ein späteres Stadium. Die Nierenanlage, die etwas ausserhalb der optischen Schnittebene liegt, ist in die Figur eingetragen. Die Ausbreitung des Mesoderms nach vorne ist weiter vorgeschritten.

Fig. 33. Optischer Frontalschnitt durch dasselbe Stadium. Der Verlauf der Rumpfplatte an der ventralen Oberfläche ist eingezeichnet.

Fig. 34. Optischer Querschnitt (senkrecht auf die vom animalen zum vegetativen Pole gezogene Achse) durch dasselbe Stadium, in der Höhe des Oesophagus geführt. Die Pigmentflecke der Kopfplatte, welche bei oberflächlicher Einstellung zu sehen sind, wurden zur Orientirung eingetragen.

Fig. 35. Optischer Querschnitt, dem vorhergehenden parallel geführt; aus der Region hinter der Mundöffnung.

Fig. 36. Optischer Querschnitt, den beiden vorhergehenden parallel, in der Höhe der Nierenanlagen.

Taf. IV.

Fig. 37. Späteres Stadium von der Seite gesehen. — Der postorale Flimmerkranz ist aufgetreten. Der Hinterdarm ist gegen die Endodermhöhle durchgebrochen. Die Nieren sind weiter ausgebildet. Am Eingang des Oesophagus ist die Anlage des drüsigen Anhangsorganes zu beobachten. Im Ectoderm sind blau pigmentirte Einlagerungen aufgetreten.

Fig. 38. Optischer Querschnitt durch dasselbe Stadium, in der Höhe der Nierenanlagen geführt.

Fig. 39. Späteres Stadium von der Seite gesehen. Der Verlauf des Dünndarmabschnittes ist schon asymmetrisch. Die Anlage des Schlundkopfes ist zu bemerken.

Fig. 40. Optischer Sagittalschnitt, seitlich von der Medianebene durch dasselbe Stadium.

Fig. 41. Embryo kurz vor dem Ausschlüpfen, von der Seite gesehen.

Fig. 42. Dasselbe Stadium, vom hinteren Körperpole gesehen.

Fig. 43. Derselbe Embryo; optischer Querschnitt in der Höhe des Hinterdarmes.

Fig. 44. Optischer Querschnitt in der Höhe des Oesophagus. Der Umriss des Rumpfes, sowie die Anhangsorgane des Oesophagus, welche bei etwas tieferer Einstellung zu sehen sind, sowie die Pigmentflecke des Scheitelfeldes, welche bei oberflächlicher Einstellung erscheinen, sind eingezeichnet worden.

Fig. 45. Seitenansicht. Die Eihaut beginnt am hinteren Pole einzureissen. Das Hinterende des Rumpfes drängt sich durch die Rissöffnung vor.

Fig. 46. Rückenansicht. Beinahe der ganze Rumpf hat sich schon von der Eihaut befreit.

Fig. 47. Rückenansicht des Kopftheiles. Die Kopfamnionhöhle vergrössert sich und die den Wimperschopf tragende Ectodermpartie wird zu einem langen Zapfen ausgezogen.

Fig. 48. Verkürzung dieses Zapfens nach seiner Lösung von der Eihaut; Durchschlüpfen des Wimperschopfes durch die Poren der Zona radiata.

Taf. V.

Fig. 49. Seitenansicht eines eben ausgeschlüpften Embryos, der noch die Eihaut, helmartig am Scheitelfelde festgeheftet, trägt.

Fig. 50. Rückenansicht des Vorderendes von einem ähnlichen Stadium.

Fig. 51. Seitenansicht einer Larve, zwei Tage nach dem Abwerfen der Eihaut.

Fig. 52. Accessorischer Muskel, derselbe, der in Fig. 51 mit Ra bezeichnet ist, bei stärkerer Vergrösserung.

Fig. 53. Blutkörperchenähnliche Zelle aus der Leibeshöhlenflüssigkeit.

Fig. 54. Drüsiges Anhangsorgan des Oesophagus, a) von der Seite gesehen, b) frontale Ansicht.

Fig. 55. Schleifenförmige Niere, ebenfalls vom Stadium der Fig. 51.

Fig. 56. Aeltere Larve von jenem Stadium, wo die Anlage des Bauchmarks als Ectodermverdickung vorliegt; im eingestülpten Zustande dargestellt.

Fig. 57. Schlundkopf derselben Larve. a) in natürlicher Lage mit den kolbigen Drüsenzellen, die wahrscheinlich zu diesem Organ gehören; b) in künstlich ausgestülptem Zustande.

Fig. 58. Aeltere Larve mit vollkommen abgespaltenem Bauchmark, welches schon durch eine Mesodermschichte vom Epithel getrennt ist. Schlundring noch nicht vollkommen ausgebildet. Am Hinterende des Körpers eingestülptes Tastorgan.

Fig. 59. Leibeshöhlenepithel mit den schüsselförmigen Flimmerorganen im optischen Durchschnitt; von derselben Larve.

Fig. 60. Ein Stück des Hautmuskelschlauches derselben Larve.

Taf. VI.

Fig. 61. Optischer Längsschnitt der ventralen Leibeswand des Rumpfes, von einer Larve, die etwas älter ist, als die in Fig. 51 abgebildete. In der vorderen Region des Rumpfes sind die Zellkerne in der Bauchlinie dichter angeordnet. Osmium-Picrocarmin-Präparat. Vergr. d. Fig. 61—68 ist 280 : 1.

Fig. 62. Flächenansicht, nach demselben Objecte, wie Fig. 61 gezeichnet. Es ist die Stelle, wo die Zellkerne sich häufen, dargestellt.

Fig. 63. Optischer Längsschnitt aus einer Larve, wo die Bauchstrangverdickung schon bis an das Hinterende des Rumpfes reicht, doch ist dieselbe noch einschichtig. Osmium-Picrocarmin-Präparat.

Fig. 64. Dasselbe Object von der Bauchseite gesehen. Der Rumpf ist in Flächenansicht gezeichnet, der Kopfabschnitt im optischen Durchschnitt.

Fig. 65. Späteres Stadium, wo die Bauchstrangverdickung mit Ausnahme des Hinterendes mehrschichtig ist. Präparat.

Fig. 66. Die Bauchstrangverdickung ist in ihrer ganzen Ausdehnung mehrschichtig. Präparat.

Fig. 67. Querschnitt durch die mehrschichtige Bauchstrangverdickung.

Fig. 68. Flächenansicht derselben.

Fig. 69. Larve in dem ersten Stadium der Metamorphose. Der Kopfabschnitt ist bedeutend reducirt. Die Einschnürung zwischen Kopf und Rumpf ist geschwunden.

Fig. 70. Dasselbe Stadium im eingestülpten Zustande.

Fig. 71. Sipunculus nach vollendeter Metamorphose.

Fig. 72. Vorderende desselben stärker vergrössert.

Fig. 73. Vorderende eines einige Tage älteren Sipunculus, an welchem Andeutungen der ersten Tentakeln sich zeigen.

Fig. 74. Die Flimmerorgane vom dorsalen Mundrande vom Stadium der Fig. 71. (Auf Taf. V.)

Fig. 75. Hinterende des Sipunculus der Fig. 71. (Auf Taf. V.)

(140) Druck von Gottlieb Gistel & Cie. Wien, Stadt, Augustinerstrasse 12.

Untersuchungen
über die
intracelluläre Verdauung bei wirbellosen Thieren.

Von
Dr. Elias Metschnikoff.

(Mit 2 Tafeln.)

Seit mehreren Jahren mit einigen, die Genealogie der Metazoen betreffenden Fragen beschäftigt, gewann ich die Ueberzeugung, dass solche unmöglich auf ausschliesslich morphologisch-embryologischem Wege zu lösen sind. Obwohl die Morphologie gerade die rückgebildeten, also functionslosen oder sich neubildenden, zum grossen Theile noch nicht functionirenden Organe in den Vordergrund stellt, so ist doch die Kenntniss der physiologischen Geschichte solcher Organe für die Beurtheilung ihrer genealogischen Bedeutung oft ganz unentbehrlich. Die embryonale Entwicklung eines Thieres oder eines Organes besteht aus einer oft sehr verwickelten Mischung von primären und secundären Erscheinungen, welche in vielen Fällen auf rein embryologischem Wege gar nicht auseinander zu halten sind. Diejenigen Forscher, welche sich mit der vergleichenden Embryologie beschäftigen, wissen auch zur Genüge, wie schwierig es ist, den genealogischen Werth einer Erscheinung zu beurtheilen und wie oft man dabei rein subjectiv verfährt. Diese Schwierigkeiten werden um so empfindlicher, als die ursprünglichsten Metazoen wohl zum grossen Theile ausgestorben sind, weshalb auch die Kluft zwischen den heutigen Metazoen und Protozoen eine sehr bedeutende ist.

Aus dem Gesagten ist ersichtlich, dass, sobald ich die Frage über die genealogische Entwicklung des Verdauungsapparates,

als eines der allgemeinsten und ältesten Metazoenorgane, in Angriff nahm, ich neben embryologischen Beobachtungen über die Bildungsgeschichte des Entoderms auch physiologische Untersuchungen über die Function desselben anstellen musste.

Nachdem es festgestellt worden war, dass sämmtliche niedere Metazoen, wie Spongien, Coelenteraten und Turbellarien, die aufgenommene Nahrung intracellulär verdauen, konnte man zum allgemeinen Schlusse gelangen, dass dieser Verdauungsmodus eine der wenigen von den Protozoen überlieferten Eigenschaften des Metazoenorganismus repräsentirt und folglich einen, so klein er auch ist, Verbindungsfaden zwischen beiden Gruppen liefert. Da die coloniebildenden Monaden — Organismen, welche noch die grösste Aehnlichkeit mit den heutigen niedersten Metazoen, ihren Larven und Embryonen aufweisen — noch keine Arbeitstheilung zwischen Nahrung aufnehmenden, resp. verdauenden und locomotorischen Individuen zeigen, so musste die Frage aufgeworfen werden, ob nicht die niedersten Metazoen auch irgendwo diese ursprüngliche Eigenschaft durch sämmtliche oder verschiedenartige Zellen ihres Körpers Nahrungstheile aufzunehmen und zu verdauen beibehalten haben. Um diese Frage zu beantworten, unternahm ich im Laufe der letzten Jahre, vorzugsweise aber während eines sechsmonatlichen Aufenthaltes in Messina (October 1882 bis April 1883), eine Reihe Untersuchungen, deren Hauptergebnisse ich in folgenden Zeilen mittheilen will. Den Abschnitt über die intracelluläre Verdauung im Entoderm behalte ich mir für eine spätere Publikation vor.

I. Intracelluläre Nahrungsaufnahme durch Ektodermzellen.

Die Spongien, an deren Ektodermverdauung man vor Allem glauben musste, weil sie die niedersten jetzt lebenden Metazoen darstellen, erscheinen für eine genauere Untersuchung insofern sehr ungünstig, als bei ihnen das Ektoderm am lebenden Thiere entweder gar nicht oder nur sehr mangelhaft zu sehen ist. Wenn Krukenberg von einer Verdauung der Eiweisskörper durch die „ektodermale Oberfläche“ bei mehreren Spongien redet, so ist nicht einzusehen, ob von ihm wirklich die äusserst feine Schicht platter Epithelzellen gemeint ist, welche bekanntlich die äussere Oberfläche des Schwammkörpers überzieht. Jedenfalls ist es kaum möglich, seine Experimente an einem so dünnen Häutchen anzustellen, um den Antheil der an die Epidermis anhaftenden Wanderzellen des Mesoderms auszuschliessen. Viel präciser spricht sich in einer soeben erschienenen Arbeit über australische Aplysiniden

v. Lendenfeld[1]) aus. Er behauptet, dass das Ektoderm dieser Schwämme im Stande ist, Fremdkörper aufzunehmen, obwohl nicht zum Zwecke der Verdauung, sondern nur, um diese Körper den verdauenden Wanderzellen des Mesoderms abzugeben. So plausibel diese Ansicht auch erscheinen mag, so wird man bei v. Lendenfeld vergebens nach einem strengen Beweise derselben suchen.

Meine eigenen Untersuchungen, die ich an Ascetta primordialis und Halisarca lobularis, also an zwei Spongien mit einem ausnahmsweise stark entwickelten Ektoderm, angestellt habe, gaben entschieden ein negatives Resultat. Noch vor Kurzem habe ich die letztgenannte Art von Neuem untersucht, aber mit demselben Misserfolge: die im Wasser suspendirten Karminkörnchen drangen in das Innere von Entoderm-, resp. Mesodermzellen reichlich ein, das Ektoderm blieb aber vollständig frei von ihnen.

Aus dem Gesagten kann ich nur schliessen, dass, so wahrscheinlich a priori die Nahrungsaufnahme, resp. die Verdauung durch Ektodermzellen der Spongien auch ist, sie dennoch bis jetzt nichts weniger als bewiesen ist. Ein günstigeres Object für die betreffende Untersuchung liefern uns einige der echten Coelenteraten oder Cnidarien. Ueber die Nahrungsaufnahme des Ektoderms bei den Thieren aus dieser Gruppe existirt, soviel ich weiss, nur eine Mittheilung von Merejkowsky[2]), in welcher er, bei Gelegenheit der Beschreibung einer magenlosen Bougainvillea, die Ueberzeugung ausspricht, dass bei dieser Meduse die gesammte Nahrung vom Ektoderm aus dem Seewasser genommen wird. Nun sagt er aber ausdrücklich, dass er niemals feste Körper im Ektoderm fand, weshalb er meint, dass die betreffende abnorme Bougainvillea sich durch Entziehung der im Seewasser aufgelösten organischen Substanzen ernährt.

Da es bereits seit längerer Zeit bekannt ist, dass das Ektoderm der Hydropolypen Pseudopodien bildet, welche nicht selten zu plasmodienartigen Gebilden verschmelzen, so habe ich vermuthet, dass solche Zellenfortsätze auch im Stande sind, feste Nahrung aufzunehmen. Diese Vermuthung habe ich indessen bis jetzt nur für die sogenannten Nematocalyces von Plumularia bestätigt gefunden. Wenn man zum Plumularia enthaltenden

[1]) Ueber Coelenteraten der Südsee, II. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXXVIII. 2. 1883, p. 253.

[2]) Sur une anomalie chez les Hydromeduses et sur leur mode de nutrition au moyen de l'ectoderme. Archives de Zool. expér. VIII. 1879 et 1880, p. XLII.

Wasser (ausser Plum. setacea Ellis habe ich noch eine andere mit Plum. halecioides nächstverwandte grosse Gonophoren tragende Species untersucht) etwas Karminpulver zusetzt, so sieht man nach Verlauf einiger Zeit, dass eine mehr oder weniger beträchtliche Anzahl Karminkörnchen in das Ektoderm der Nematocalyces eingedrungen ist (Fig. 3 und 4). Dieses Experiment habe ich oft wiederholt und stets mit demselben Erfolge. Obwohl man daraus noch nicht ohne Weiteres den Schluss ziehen dürfte, dass das Ektoderm der Nematocalyces eine Nahrung aufnehmende Function ausübt, so war die Thatsache doch bezeichnend genug, um dem Gegenstand weiter nachzuforschen. Die Beobachtung ergab mir, dass die genannten Organe mit ihrem frei hervorragenden Ende sehr verschiedenartige pseudopodienähnliche Bewegungen ausüben: dasselbe zieht sich entweder zum Kelche, resp. zu dem in ihm enthaltenen Polypen (Fig. 3, der linksseitige Nematocalyx), zum grossen Theile aber breitet es sich plattenförmig auf dem Stiele aus, wobei es den letzteren gewöhnlich mehr oder weniger umgibt (Fig. 4 und Fig. 3, der rechtsseitige Nematocalyx). Die Ektodermzellen solcher beweglicher Enden lassen sich nicht von einander unterscheiden und scheinen in eine gemeinschaftliche Protoplasmamasse sich zu verwandeln, welche einige wenige Pseudopodien aussendet. Die langsam kriechenden Bewegungen der Nematocalycesenden dienen wahrscheinlich zur Reinigung der benachbarten Polypentheile, worauf auch die Anwesenheit verschiedenartiger Körnchen in ihrem Ektoderm hindeutet. Entscheidendere Resultate erhält man bei Beobachtung solcher Plumulariastöcke, welche bereits einige Zeit in den Versuchsgläsern zugebracht haben. Die Plumulariapolypen sind, wie so viele unter ihren Verwandten, sehr zarte Organismen, welche in der Gefangenschaft nur kurze Zeit leben; es stirbt aber unter diesen Umständen nicht der ganze Stock aus, sondern nur die Hydranthenköpfchen ab; die Weichtheile des Stammes, sowie die Nematocalyces bleiben am Leben und produciren bei Eintritt günstigerer Bedingungen auch neue Polypen. Die eben genannten fraglichen Organe dienen nun dazu, um das absterbende Köpfchen förmlich aufzufressen, eine Erscheinung, welche ich zu wiederholten Malen an beiden von mir untersuchten Plumulariaarten beobachtete. Nachdem der Polyp sich zu einem tentakellosen rundlichen Klumpen umgewandelt hat, kriecht das bewegliche Ende des Nematocalyx in den Kelch herein, setzt sich an das obere Ende des Klumpens und nimmt in sein Ektoderm dessen Inhalt allmälig auf (Fig. 2). Daher

sehen wir, dass am zweiten Tage der Gefangenschaft, wenn die Köpfchen zum grossen Theile bereits verschwunden sind, die meisten Nematocalyces in ihrem Ektoderm eine grosse Anzahl verschiedenartiger Körner enthalten, wie es auf der Fig. 1 wiedergegeben ist. Die weitere Beobachtung solcher vollgefressenen Nematocalyces zeigte mir, dass dessen aufgenommener Inhalt in ihnen liegen bleibt und nicht etwa dem Entoderm übergeben wird, wie es mir für möglich schien. Während der wenigen folgenden Tage, als diese Organe in meinen Gläsern noch lebten, konnte ich an ihnen keine erheblichen Veränderungen wahrnehmen, so dass ich einstweilen nur als Vermuthung ausspreche, dass sie die aufgefressenen Körner verdauen, um dann ein Material zum Aufbau neuer Polypenköpfchen zu liefern. Die sogenannten Nematocalyces würden somit als Organe aufgefasst werden, denen vorzugsweise eine sozusagen prophylactische Rolle zugeschrieben werden muss: sie fressen nekrotische Theile auf und betasten auch die benachbarten Organe, wahrscheinlich um die etwa vorhandenen schädlichen Stoffe in sich aufzunehmen und sie dadurch unwirksam zu machen. Die Vertheidigungsrolle gegen andere Thiere folgt wohl erst im zweiten Sinne, zumal die grössere Plumulariaart gewöhnlich keine Nesselkapseln in ihren „Nematocalyces" enthält.

Es ist mir wahrscheinlich, dass die von Weismann[1]) beschriebenen eigenthümlichen Organe von Eudendrium racemosum und die von Fraipont[2]) beobachteten Ranken von Campanularia angulata eine ähnliche Function wie die Nematocalyces der Plumularien ausüben.

Ein anderes Beispiel von Aufnahme fester Nahrungsstoffe durch Ektodermzellen fand ich im Bereiche der Actinien. Ich habe bereits vor drei Jahren, bei Gelegenheit meiner Fütterungsversuche an Actinia mesembryanthemum, die Beobachtung gemacht, dass die Tentakelenden dieser Actinie gewöhnlich sehr viel Karminkörnchen in sich aufnehmen. Bei der im vorigen Jahre vorgenommenen Untersuchung der lebendiggebärenden essbaren Actinie von Pantano (welche wohl mit der von Dr. Andres gefundenen neuen Art Bunodes sabelloides zu identificiren ist) fand ich, dass deren Larven fast beständig in ihrem Ektoderm eine gehörige Anzahl fremder Stoffe enthalten. Je jünger die

[1]) Mittheil. aus der zool. Stat. zu Neapel. Bd. III, 1882, p. 1.

[2]) Recherches sur l'organ. histol. et le develop. de la Camp. angul. Arch. zool. expér. Bd. VIII, 1879—1880, p. 442.

Larve, desto grösser ist der Einschluss an solchen Körnern. Oft sehen die Gastrulae ganz missgestaltet aus, indem sie unsymmetrische Auftreibungen am Körper aufweisen und dabei ganz schmutzig sind. Die nähere Beobachtung zeigt sofort, dass dieser Schmutz nicht etwa von aussen angeklebt ist, sondern im Innern von Ektodermzellen seinen Sitz hat; er besteht sowohl aus pechschwarzen unregelmässigen, oft eckigen Körpern, als aus regelmässigeren rundlichen, eiweiss- und fetthaltigen Körnchen (Fig. 5, 6). Die ganz peripherische Schicht des Ektoderms erscheint gewöhnlich homogen und frei von fremden Einschlüssen; bei Untersuchung lebender Larven sieht es aus, als ob das Ektoplasma sämmtlicher Ektodermzellen verschmolzen wäre; die fremden Körper erscheinen erst in den tieferen Protoplasmaregionen entweder vor oder hinter dem Nucleus (Fig. 8—10). Gewöhnlich liegen sie direct im Protoplasma eingebettet, in anderen Fällen befinden sie sich dagegen im Innern von Vacuolen (Fig. 8), was schon auf einen gewissen Verdauungsact hindeutet. Die im Ektoderm liegenden Fremdkörper sind ganz identisch mit denjenigen, welche sich im Entoderm und auch in der Gastralhöhle der Larven befinden, was schon vollkommen hinreicht, um zu beweisen, dass sie eben von aussen aufgenommene und nicht etwa dem Larvenkörper selbst angehörige Körper sind. Es stellt sich nämlich heraus, dass die im Mutterleibe befindlichen Actinienlarven dessen Commensalen sind, welche von der durch die Mutter aufgenommenen Nahrung leben. Die im Wasser, in welchem die aus dem Actinienleibe herausgenommenen Larven leben, suspendirten Karminkörnchen werden von Ektodermzellen aufgefressen (Fig. 7, 11, 12), was mittelst sehr kurzer Pseudopodien an der freien Oberfläche dieser Zellen vollzogen wird.

Bei den Larven mit gekammertem Entoderm ist der Gehalt an fremden Stoffen im Ektoderm ein viel geringerer. Junge, noch im Mutterleibe befindliche Actinien, in deren Ektoderm sonst keine Fremdkörper mehr zu finden sind, behalten die Fähigkeit, Karminkörnchen aufzunehmen, welche vorzugsweise in das Ektoderm der Tentakeln und der ovalen Scheibe zu liegen kommen. Es ist zwar sehr schwierig, die Veränderung der aufgenommenen Körper sowohl im Ekto- als im Entoderm direct weiter zu verfolgen; es ist aber kaum möglich anzunehmen, dass sie zu irgend einem anderen Zwecke, als zum weiteren Verbrauche aufgefressen werden.

Als ein weiteres Beispiel von Nahrung aufnehmenden Ektodermzellen können fressende Eierstockseier solcher Thiere angeführt werden, bei denen sich die weiblichen Genitalproducte

notorisch aus dem Ektoderm bilden. Dahin gehören z. B. die Eier von Tubularia und nach Korotneff[1]) auch diejenigen von Hydra. Bei dem erstgenannten Hydropolypen habe ich junge amöboide Eierstockseier ihnen benachbarte Genitalzellen auffressen und auch verdauen gesehen. Bei überwinternden Hydren sollen nach Korotneff (l. c. p. 48) die jüngeren Ektodermzellen die ältere Generation auffressen, eine Angabe, welche leider von dem Verfasser ohne Beweis aufgestellt ist.

II. Intracelluläre Aufnahme und Verdauung durch wandernde Mesodermelemente.

Während es nur in wenigen Ausnahmsfällen gelingt, eine Nahrungsaufnahme im Ektoderm wahrzunehmen, ist es nichts leichter, als sich von der Fähigkeit der Wanderzellen des Mesoderms, feste Nahrung aufzufressen und zu verdauen, zu überzeugen. Seit längerer Zeit wusste man schon, dass bei Süsswasserschwämmen die Ernährung durch fressende amöboide Zellen besorgt wird, nur war die morphologische Stellung dieser Elemente nicht bestimmt. Nachdem ich die Meinung aussprach[2]), dass sie mit dem Mesoderm anderer Thiere zu vergleichen sind, konnte F. E. Schulze[3]) durch das Auffinden eines echten Ektoderms bei ausgewachsenen Spongien, sowie durch eine nähere histologische Erforschung der betreffenden Schicht diese Ansicht factisch durchführen, so dass sie gegenwärtig wohl als allgemein anerkannte anzusehen ist. Auf der anderen Seite wird jetzt in übereinstimmender Weise angenommen, dass diese Mesodermzellen bei sämmtlichen Spongien eine bedeutende Rolle bei der Ernährung dieser Thiere spielen; nur glauben Einige (Balfour, v. Lendenfeld), dass sie ausschliesslich die Verdauung der aufgenommenen Stoffe besorgen, während andere auch das Entoderm für diese Function in Anspruch nehmen. Ich will mich hier in eine weitere Discussion über diese Frage nicht einlassen, erstens, weil es uns einstweilen gleichgiltig ist, ob die Entodermzellen verdauen oder nicht und zweitens, weil ich darüber in dem Capitel über die intracelluläre Verdauung im Bereiche des Entoderms berichten

[1]) In seiner russischen Abhandlung über Myriothela und Hydra. Moskau 1882, p. 43.

[2]) Zur Entwicklungsgesch. der Kalkschwämme, Zeitschr. f. wissensch. Zool. XXIV. Bd., p. 10.

[3]) Ueber den Bau und die Entwicklung von Sycandra raphanus, Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. XXV. Suppl. p. 258.

werde. Ich erwähnte die Spongien nur, um den Leser daran zu erinnern, dass die Verdauung durch Mesodermzellen bei diesen Thieren eine bereits anerkannte Thatsache ist, was uns beim Vergleiche mit höher stehenden Formen von Nutzen sein wird.

Abgesehen von den Befunden an Schwämmen, muss ich hier der Angaben über die Aufnahme fester Farbstoffkörnchen durch Blutkörperchen mehrerer wirbellosen Thiere gedenken. Häckel[1]) war der Erste, der bei Gelegenheit einer Injection von Tethys mit Indigo die Thatsache constatirte, dass die Indigokörnchen in's Innere von Blutkörperchen eingedrungen waren. Später konnte er diese Angabe auch für einige andere wirbellose Thiere ausdehnen. Die Aehnlichkeit mit den oben erwähnten Erscheinungen bei Schwämmen ist aber Häckel nicht aufgefallen und später[2]) äusserte er sich sogar entschieden gegen die Lieberkühn'schen Angaben über die Nahrungsaufnahme durch Wanderzellen von Spongilla. Die Häckel'sche Entdeckung über das Eindringen fester Farbstoffe in die Blutkörperchen bildete den Ausgangspunkt für eine Reihe wichtiger Befunde auf dem Gebiete der Histologie der Wirbelthiere und namentlich in der pathologischen Histologie, dagegen blieb sie ziemlich unbeachtet von Seite der eigentlichen Zoologen.

Die Nahrung aufnehmende und verdauende Function der wandernden Mesodermzellen[3]) ist sehr mannigfaltig. Sie äussert sich in einer ausgesprochenen Weise bei den Vorgängen der Resorption unnütz gewordener Theile. Am besten konnte ich diese Erscheinungen an einigen Echinodermenlarven, namentlich an Auricularia von Synapta und an der sogenannten Bipinnaria asterigera verfolgen. Bei beiden bildet sich bekanntlich eine bedeutende Anzahl amöboider Zellen, welche zwischen dem Ekto- und Entoderm ihren Sitz haben und sämmtliche Skeletbildungen, überhaupt die ganze Cutis des fertigen Thieres und vielleicht auch die Schlundmuskulatur der Larve liefern. Die Rolle dieser Elemente beschränkt sich aber nicht auf diese morphogenetischen Umwandlungen; bei Eintritt der Metamorphose, welche bekanntlich sehr complicirt und mit dem Verluste vieler Larvenorgane verbunden ist, nehmen die Mesodermzellen eine Menge sich ablösender

[1]) Radiolarien. 1862, p. 104.

[2]) Die Kalkschwämme. 1872. Bd. I, p. 372.

[3]) Ich will hier gleich bemerken, dass ich unter wandernden Mesodermzellen sowohl die sogenannten amöboiden Bindegewebszellen, als auch bewegliche Lymph- und Blutkörperchen verstehe.

Zellenbruchstücke in sich auf, um sie schliesslich ganz zu verdauen. Gewöhnlich noch vor dem Beginne der eigentlichen Verwandlung sammeln sich bei Auricularia viele solche Zellen dicht unter der Wimperschnur an, weil ja gerade an ihr die Resorptionserscheinungen auftreten. An diesem Orte erscheinen dann rundliche Eiweisskügelchen, welche Trümmer von Zellen der Wimperschnur darstellen und welche dann von Mesodermzellen aufgefressen werden. Bei der Durchsichtigkeit der Auricularia und überhaupt der Leichtigkeit, dieselbe im lebenden Zustande zu beobachten, kann man den Process der Aufnahme und Verdauung an einer und derselben Zelle verfolgen. Oft dauert es ziemlich lange, dass ein Eiweisskügelchen dicht an der Oberfläche der Zelle oder an deren Pseudopodien haftet, bis es dann rasch auf einmal vom Protoplasma verschlungen wird (Fig. 22—24a); in anderen Fällen geschieht die Aufnahme des Kügelchen so langsam, dass man sie in verschiedenen Stadien abzeichnen kann. Als Beispiel will ich die auf den Fig. 17—21 abgebildete Mesodermzelle anführen. Von zwei Eiweisskügelchen, welche dicht am Protoplasmaleibe einer mit feinen Ausläufern versehenen Spindelzelle anhafteten (Fig. 17), wurde das eine (obere) abgestossen, das andere dagegen aufgenommen. Zu diesem Zwecke bildete sich ein dicker und stumpfer Protoplasmaauswuchs (Fig. 18), welcher das Kügelchen allmälig umgab (Fig. 19) und dann in's Innere des Zellenleibes beförderte (Fig. 20). In den letzteren gelangt, begann das Kügelchen bald seine Consistenz zu verändern (Fig. 21), die Conturen wurden viel blasser und schliesslich löste es sich fast vollständig auf. Die Verdauung, ebenso wie die Aufnahme der Eiweisskügelchen vollzieht sich in Bezug auf die Dauer sehr ungleichmässig. In einigen Fällen, wie in dem eben geschilderten, geht sie sehr rasch von statten, während man in anderen oft stundenlang die aufgefressenen Kügelchen beobachtet und noch immer keine Veränderungen an ihnen wahrnimmt.

Bei Auricularia kann man die geschilderten Resorptionsvorgänge im Laufe der Verwandlung zweimal beobachten. Zuerst während deren Ueberganges in die sogenannte Puppe, wobei ein beträchtlicher Theil der Longitudinalwimperschnur verloren geht, resp. dessen Material von den Mesodermzellen aufgefressen wird. Gewöhnlich enthält zu dieser Zeit jede solche Zelle eine ganze Anzahl Eiweisskügelchen, von denen sie manchmal vollkommen überladen erscheinen. Während des Puppenstadiums werden die aufgenommenen Kügelchen verdaut, worauf die Mesodermzellen

von ihnen eine Anzahl wasserheller Vacuolen enthalten. Bei der Verwandlung der Puppe zu einer jungen Synapta fangen diese Zellen von Neuem an zu fressen, indem sie sich dicht unter den Wimperringen ansammeln und die aus denselben stammenden Kügelchen aufnehmen. Die Erscheinungen sind mit den oben beschriebenen vollkommen übereinstimmend.

Ganz entsprechend verlaufen auch die Resorptionsvorgänge bei Asteridenlarven, wo ganze Larvenabschnitte bei der Verwandlung rückgebildet werden. Hier bilden sich auch als Trümmer der zu Grunde gehenden Zellen verschieden grosse Eiweisskügelchen, welche allmälig von den Mesodermzellen aufgefressen und verdaut werden. Auf der Fig. 28 habe ich eine solche vollgefressene Zelle aus dem Ueberbleibsel des am Seesternleibe anhaftenden Larvenkörpers von Bipinnaria asterigera abgebildet; die Fig. 29 stellt uns eine andere Mesodermzelle aus derselben Quelle dar, wo anstatt Eiweisskügelchen (von denen ist nur eines geblieben) eine Anzahl Verdauungsvacuolen enthalten ist.

Da ich die beschriebenen Erscheinungen bei der Metamorphose constant beobachtete, so zweifle ich nicht daran, dass sie etwas Normales und für das Leben der Echinodermenlarven Wesentliches darstellen, dass folglich die wandernden Mesodermzellen die Resorption besorgen, wie ähnlich es für die Resorption des Knochengewebes bei Wirbelthieren bekannt ist. Nur konnte ich bei den von mir untersuchten Echinodermenlarven während der beschriebenen Vorgänge niemals eine Bildung von sogenannten mehrkernigen Riesenzellen oder Ostoklasten beobachten, welche bei der Knochenresorption bekanntlich zu den häufigsten Erscheinungen gehören.

Es ist wohl kaum möglich, anzunehmen, dass sich die geschilderte Rolle der amöboiden Mesodermzellen ausschliesslich auf Echinodermen beschränken werde. Ich glaube vielmehr, dass sie bei allen Thieren, welche eine tiefgreifende Verwandlung erleiden, wiederkehrt. So habe ich Grund, zu vermuthen, dass bei den so complicirten Erscheinungen bei der Metamorphose der Ascidien die Wanderzellen auch eine active Rolle mitspielen. Es ist mir zwar nicht gelungen, dies bei Ascidia intestinalis zu constatiren, aber, wie ich glaube, ausschliesslich aus dem Grunde, weil hier die Wanderzellen zu klein sind; jedenfalls sah ich oft fettartig glänzende Kügelchen im Innern von Wanderzellen eingebettet. Falls sich meine Vermuthung bestätigt, so erhalten wir eine viel einfachere Erklärung für solche Erscheinungen, wie z. B. der Uebergang des sich rückbildenden Nervencentrums in einen Haufen

Blutkörperchen, eine Erscheinung, welche gewöhnlich als ein directer morphogenetischer Uebergang von Ganglienzellen in Blutkörperchen aufgefasst wird.

Ich muss an diesem Orte noch daran erinnern, dass Ganin[1]) im Jahre 1876 die Vermuthung aussprach, dass bei der sogenannten Histolyse der Muskelfasern bei Fliegen amöboide Mesodermzellen eine active Bedeutung haben. So sagt er: „Während der ersten Entwicklungsperiode habe ich mehrmals beobachtet, wie die freien amöboiden Mesodermzellen, die sich in der Fusshöhle befinden, sich auf die äussere Oberfläche der Muskelconglomerate ansetzen, oft ziemlich tief in's Innere derselben hineinbohren und wahrscheinlich auch activ von der Substanz des früheren Muskelgewebes der Larve ernähren." Leider hat der neueste Beobachter der Histolyse bei Fliegen, Viallanes[2]), diese Bemerkungen Ganin's nicht genügend berücksichtigt. Während seine eigenen Abbildungen sehr darauf hindeuten, dass bei der Metamorphose der Fliegen eine thätige Nahrungsaufnahme seitens der Mesodermzellen stattfindet, deutet er im Texte seine Befunde in einem ganz anderen Sinne. So beschreibt er als rückgebildete, Eiterzellen ähnliche Blutkörperchen solche Elemente, welche höchst wahrscheinlich einfach Fettkügelchen aufgefressen haben und seine „cellules musculaires", die er aus Muskeltrümmern entstehen lässt, sind wohl auch vollgefressene amöboide Mesodermzellen.

So ausgesprochen die Nahrung aufnehmende Thätigkeit der Mesodermzellen während der Metamorphose auch ist, so ist sie doch nicht ausschliesslich auf dieselbe beschränkt. Schneider[3]) hat im Jahre 1880 die Beobachtung gemacht, dass bei Hirudineen die Resorption von Geschlechtsproducten durch amöboide Wanderzellen vermittelt wird, welche eine grosse Aehnlichkeit mit Blutkörperchen besitzen, eine Beobachtung, die ich für Aurelia aurita ausdehnen kann. Viele Eierstockseier dieser Meduse werden von einer Anzahl amöboider Mesodermzellen umgeben und dann vollständig aufgefressen. Diesen Fällen kann folgende von mir beobachtete Erscheinung an die Seite gestellt werden. Wenn man Pilidium längere Zeit in Versuchsgläsern gefangen hält, so findet

[1]) Beiträge zur Kenntniss der postembryonalen Entwicklung der Insecten. Warschau 1876 (russisch), p. 40.

[2]) Recherches sur l'histologie des Insectes. Annales des sciences Naturelles, V. XIV. 1882, p. 135, 158.

[3]) Ueber die Auflösung der Eier und Spermatozoen in den Geschlechtsorganen. Zool. Anz. 1880, p. 19.

schliesslich eine Atrophie der Nemertinenanlage statt, welche ebenfalls durch das Auffressen derselben seitens amöboider Mesodermzellen vollzogen wird. Man erhält somit sonst ganz normale Pilidium, welche nur einer Nemertinenanlage vollständig entbehren und eine Menge mit Nahrungsstoffen überladener Wanderzellen enthalten.

In sämmtlichen besprochenen Fällen handelt es sich um das Auffressen durch Mesodermzellen von einem Materiale, welches aus dem Organismus des betreffenden Thieres entstammt und nur im gegebenen Momente unnütz geworden ist. Es kann aber leicht der Nachweis geführt werden, dass die amöboiden Zellen auch ganz fremde Stoffe in sich aufnehmen und nach Möglichkeit zu verdauen im Stande sind. Wenn man frisch aus dem Meere gefangene durchsichtige Thiere (sei es Larvenformen oder erwachsene Individuen), welchen ein Mesoderm zukommt, durchmustert, so findet man zwischen einer Anzahl ganz leerer Mesodermzellen auch solche, welche fremde Einschlüsse in sich haben. Die letzteren sind gewöhnlich sehr verschiedener Natur. Ich will dies durch einige Beispiele illustriren. Die Fig. 42 bis 45 repräsentiren amöboide Wanderzellen aus dem Mesoderm einer jungen Callianira bialata; die erste von ihnen ist ganz überladen mit vielen unregelmässig conturirten, stark lichtbrechenden Körperchen, in denen man ohne Schwierigkeit gewöhnliche Bestandtheile des Erdeschmutzes erkennt; die Zellen der Fig. 43 und 45 enthalten eine viel geringere Anzahl ähnlicher, obwohl viel kleinerer Körper, welche aber nicht unmittelbar im Protoplasma, sondern in einer Vacuole eingeschlossen liegen. Die Fig. 44 gibt eine andere Zelle wieder, welche in ihrem Inhalte einen stabartigen Fremdkörper neben drei kleinen Bruchstücken beherbergt. In den Mesodermzellen der Echinodermenlarven fand ich recht häufig leere Nesselkapseln, wovon eine (aus Bipinnaria asterigera) auf den Fig. 25 und 26 in zwei Bewegungszuständen abgebildet ist. Solche Einschlüsse fand ich auch bei Ctenophoren (Fig. 47 von Beroë) und Pilidium (Fig. 49). Nach alledem zu urtheilen, was ich über die Aufnahme fremder Körper durch Mesodermzellen wahrnahm, glaube ich, dass sie durch die Körperwand in das Innere des Körpers gelangen und erst da von Wanderzellen aufgefressen werden; gewöhnlich findet man auch dicht unter der Epidermis eine hinreichende Anzahl solcher Zellen, um alle in den Thierleib hineingerathenden Fremdkörper aufzunehmen. Bei meinen früheren Versuchen über die intracelluläre Verdauung der Ctenophoren konnte

ich bereits die Thatsache constatiren, dass die im Wasser suspendirten Carminkörner nicht nur in das Innere der Entodermzellen eindringen, sondern auch von wandernden Mesodermzellen aufgenommen werden[1]; der Weg, durch welchen dies geschieht, konnte ich jedoch mit Sicherheit nicht constatiren. (Die Fig. 46—48 stellen uns drei carminhaltige Mesodermzellen einer jungen Beroë dar.)

Da auf der einen Seite die Beobachtungen über die Resorptionsvorgänge, auf der anderen — die Häufigkeit des Einschliessens notorisch fremder Körper auf eine hoch entwickelte Fähigkeit der Mesodermzellen, verschiedene Stoffe aufzunehmen und zu verdauen, hinwiesen, so unternahm ich einige Versuche, um mir eine genauere Vorstellung über diese Fähigkeit zu verschaffen. Als beste Untersuchungsobjecte erwiesen sich Bipinnaria asterigera und Phyllirhoë bucephalum, da diese Thierformen neben einer vollkommenen Durchsichtigkeit gross genug sind, um an ihnen die nothwendigen, freilich ganz einfachen Experimente anzustellen. Dazu sind die beiden von mir gewählten Arten, namentlich aber die letztgenannte, ziemlich lebenszähe, so dass sie die Operation gewöhnlich ganz gut aushalten. Spritzt man durch ein fein ausgezogenes Glasröhrchen etwas karmin- oder indigohaltiges Wasser unter die Epidermis der Versuchsthiere, so sieht man, dass die Farbstoffkörnchen kurz darauf durch die Wanderzellen aufgenommen werden. Bei Phyllirhoë thun dies allerdings nicht die beiden Arten amöboider Zellen, die sich im Mesoderm befinden, sondern nur die kleinere Form (Fig. 60 und 61). Die grösseren Wanderzellen (Fig. 62), welche oft ganz seltsame Gestalten annehmen, zeichnen sich durch dichteres vacuolenhaltiges Protoplasma aus und enthalten keine festen Fremdkörper; bei Phyllirhoë, in dessen Körper Karminpulver eingespritzt wurde, fand ich im Innern solcher grösserer Zellen rosafarbige Flecken, welche durch aufgelöstes Karmin verursacht wurden (Fig. 59). Trotz meiner wiederholten Nachforschungen konnte ich indessen nicht bestimmen, auf welchem Wege Karmin in diese Zellen gelangt. Die kleineren Klümpchen von Karminkörnchen werden durch kleinere Mesodermelemente aufgefressen, ähnlich wie es in den vorhergehenden Fällen beschrieben worden ist; die grösseren Karminballen werden dagegen von den Zellen umwachsen, so dass es zu einer Plasmodiumbildung kommt. Die Wanderzellen gelangen dabei an die Oberfläche des Körnchen-

[1] Ueber die intracelluläre Verdauung bei Coelenteraten. Zoologischer Anzeiger 1880, p. 262.

klumpens, breiten sich auf demselben aus und verschmelzen sich mit anderen benachbarten Zellen zusammen (Fig. 68). Wir bekommen somit verschieden grosse, oft mit blossem Auge zu unterscheidende Plasmodien, welche in jeder Beziehung den bei Wirbelthieren so oft beschriebenen sogenannten Riesenzellen an die Seite zu stellen sind. Diese Beobachtungen, die ich zu wiederholten Malen anstellte, sprechen für die von Weiss[1]), Koch[2]) und einigen anderen Forschern ausgesprochene Ansicht, nach welcher sich die Riesenzellen in der Umgebung fremder Stoffe bilden. In allen Fällen, wo ich Riesenzellen bei Wirbellosen fand, sah ich sie stets um grössere Massen von Fremdkörpern entstehen und immer durch Verschmelzen mehrerer Zellen. Meine Wahrnehmungen stimmen somit mit den Ansichten derjenigen Pathologen nicht überein, welche Riesenzellen entweder durch Verschlucken von Eiterzellen oder durch unvollständige, auf Kerntheilung sich beschränkende Vermehrung zurückzuführen versuchen. Andere Forscher, welche die Blutkörperchen mancher wirbellosen Thiere ausserhalb des Thierkörpers untersuchten, behaupten, dass sie leicht zu Plasmodien verschmelzen, ohne dass der Impuls dazu in irgend einem Fremdkörper zu suchen wäre. So sah Häckel[3]) eine Verschmelzung von aus dem Körper entfernten Blutkörperchen bei Echinodermen und Geddes[4]) fand dasselbe ausserdem auch bei Lumbricus (Lymphzellen), Mollusken, Pagurus und anderen Decapoden. Diese Beobachtungen können somit nur zu Gunsten derjenigen Ansichten in Anspruch genommen werden, welche die Riesenzellen als wahre, durch Verschmelzung mehrerer Zellen entstandene Plasmodien betrachten.

Ein anderes Beispiel von Bildung solcher Mesodermplasmodien (wie ich von nun an die sogenannten Riesenzellen bezeichnen werde) fand ich bei Bipinnaria asterigera, unter deren Haut ein Tropfen menschlichen Blutes eingespritzt wurde. Zum grossen Theile wurden darauf von den Blutkörperchen ein oder mehrere von einzelnen Mesodermzellen aufgefressen; die grösseren Blutklumpen wurden dagegen von vielen solchen Zellen umgeben, welche miteinander verschmolzen, um verschieden grosse Mesoderm-

[1]) Ueber die Bildung und die Bedeutung der Riesenzellen etc. Virchow's Archiv. Bd. LVIII, p. 13.

[2]) Berliner klinische Wochenschrift. 1882, Nr. 15.

[3]) Radiolarien, p. 103, Anm. 2.

[4]) On the Coalescence of Amoeboid Cells into Plasmodia, in Proceedings of the Royal Soc. of London. V. XXX. 1880, p. 252, Pl. 5.

plasmodien darzustellen. Die letzteren, obwohl überladen mit einer Menge Blutkörperchen, konnten sich doch noch weiter bewegen, wozu grosse Pseudopodien benutzt wurden (Fig. 36). Da die Kerne solcher Plasmodien an lebenden Exemplaren zu verdeckt waren, um beobachtet werden zu können, so behandelte ich sie zuerst mit Alkohol, dann mit Boraxkarmin und hellte sie schliesslich in Bergamotöl auf, worauf nun die vielen stark tingirten Nuclei sehr deutlich hervortraten (Fig. 37); es stellte sich ferner heraus, dass sämmtliche Kerne in der peripherischen Schicht des Plasmodiums lagen, während deren gesammter centraler Theil von vielen, zum Theil zu grösseren Ballen verschmolzenen Blutkörperchen eingenommen war.

Aus den mitgetheilten Beobachtungen könnte man leicht zu der Schlussfolgerung gelangen, dass, sobald die Mesodermzellen grosse Nahrungsklumpen vor sich haben, die sie nicht einzeln aufnehmen können, sie zu Plasmodien verschmelzen, um den fremden Körper schliesslich doch aufzufressen. Indessen ist es bei Weitem nicht immer der Fall. Nach dem Einspritzen in das Schleimgewebe von Phyllirhoë so grosser Körper, wie gekochte Eier von Sphaerechinus granularis oder gekochte Zellen aus den Cotyledonen grüner Erbsen sah ich nie Plasmodienbildung auftreten Bald nach dem Einbringen dieser Fremdkörper sammelten sich die kleinen Amöboidzellen um dieselben an und blieben an ihnen mehrere Tage — bis zum Tode des Versuchsthieres — haften, ohne die geringste Spur einer Verschmelzung zu zeigen (Fig. 67 und 77). Die die Erbsenzellen umgebenden Mesodermzellen blieben dabei die ganze Zeit durchaus unthätig, indem sie, ohne im Stande zu sein, die dicke Cellulosemembran zu durchbohren, keine Fremdkörper in sich aufnehmen konnten. Dagegen frassen die an den Seeigeleiern anhaftenden Amöboidzellen kleine Dotterkügelchen auf und doch behielten sie, wie im vorhergehenden Falle, ihre Selbstständigkeit bei. Dasselbe sah ich auch bei mehreren Versuchen, wo ich unter die Haut von Bipinnaria, Tethys, Terebella und in die tieferen Mantelschichten von Ascidia intestinalis grössere Gegenstände, wie feine Glasröhren, Seeigelstacheln und Rosendornen, hereinbrachte. Bald nachdem der Fremdkörper in den Leib sämmtlicher genannten Thiere gelangte, begannen die Amöboidzellen (bewegliche Bindegewebszellen bei Bipinnaria und Thetys, Lymphkörperchen bei Terebella, Mantelzellen bei Ascidia) sich um denselben anzusammeln, wickelten ihn schliesslich ganz oder fast ganz um, eine so grosse Masse bildend, dass sie leicht mit blossem Auge zu

sehen war (Fig. 78), blieben aber in diesem Zustande verharren, ohne wirkliche Plasmodien darzustellen. Bei Tethys sah ich wohl einmal Zellenpackete entstehen (Fig. 80), die einzelnen, sie zusammensetzenden Elemente behielten aber doch ihre Conturen vollständig bei. Auf den Querschnitten durch solche „entzündete" Theile (ich machte meine Versuche an ohrenförmigen Tentakeln) von Tethys konnte man sich von der Abwesenheit besonderer Mesodermplasmodien deutlich überzeugen (Fig. 79).

Aus den mitgetheilten Ergebnissen kann man schliessen, dass, obwohl die Mesodermplasmodien, wenn sie im lebenden Thierkörper entstehen, sich um eingedrungene grössere Fremdkörper bilden, dies doch nicht nothwendig geschehen muss und dass die Reaction des Organismus auf solche Körper auch ohne Plasmodienbildung erfolgen kann. Die angeführten Thatsachen zeigen auch, dass die amöboiden Mesodermzellen die Rolle haben, sowohl die unnütz gewordenen Theile des eigenen Thierkörpers, als die von aussen eingedrungenen Fremdkörper aufzufressen oder, wenn dies unmöglich ist, wenigstens zu umgeben und festzuhalten. Dass der Process im Falle des Verschlingens kleiner Detrituskügelchen oder Karminkörnchen einerseits und des Umschliessens grösserer Körper (mit oder ohne Plasmodienbildung) andererseits, im Grunde genommen und in grossen Zügen ein und derselbe ist, leuchtet von selbst ein. Die in den eingestochenen Glasröhrchen befindlichen oder an dieselbe anhaftenden Karmin- oder Staubpartikelchen werden von den angesammelten Mesodermzellen in derselben Weise wie sonst aufgefressen und umwickelt (Fig. 41, 80). Auf der anderen Seite kann man nicht leugnen, dass zwischen der beschriebenen, auf die Einführung grösserer Gegenstände in den Leib der Wirbellosen folgenden Reaction seitens der Mesodermzellen und den bei Wirbelthieren bekannten Entzündungs-, resp. Exsudationserscheinungen eine nicht geringe Aehnlichkeit besteht. Hier wie dort sammeln sich um den fremden Gegenstand eine Menge Mesodermzellen an, welche nach Möglichkeit gegen denselben reagiren. Die Unterschiede, so bedeutend sie auf den ersten Blick erscheinen mögen, sind doch schliesslich nur quantitativer Natur. Bei Bipinnaria, wo wir noch keine Spur eines Gefässsystems finden, geschieht eine allmälige Ansammlung zahlreicher, im Mesoderm befindlichen Amöboidzellen, während bei Mollusken mit einem lacunären System von Blutgefässen die letzteren insofern bei der Sache betheiligt sind, als durch sie die reagirenden Blutkörperchen durchströmen. Bei Terebella, welche bekanntlich ein

geschlossenes Blutgefässsystem mit röthlichem Plasma besitzt, betheiligen sich bei den Entzündungserscheinungen nur die in der Leibeshöhle befindlichen sogenannten Lymphkörperchen. Wenn man beim Hereinstecken fremder Gegenstände die Blutgefässe ganz unbeschädigt lässt, so findet während der Ansammlung von Lymphzellen keine abnorme Transsudation statt, die man am gefärbten Plasma schon wahrgenommen haben würde.[1]) Vom vergleichend-pathologischen Standpunkte kann man demnach die von Cohnheim[2]) aufgestellte und von anderen Pathologen angenommene These: „ohne Gefässe keine Entzündung" nicht festhalten. Die Entzündung ist, genealogisch gesprochen, viel älteren Datums als die Gefässbildung, und die Exsudation ist eine verhältnissmässig neue Erscheinung. Von diesem Gesichtspunkte wird man auch den farblosen Blutkörperchen der Wirbelthiere eine viel activere Bedeutung zuschreiben müssen, als es oft geschieht, und jedenfalls sich eher an die Seite Thoma's[3]) als seiner Gegner in Bezug auf die Exsudation stellen.

Die Beobachtungen über die Resorptionserscheinungen bei der Verwandlung der Echinodermen (welche mit den werthvollen Ergebnissen der Untersuchungen von Histologen und Pathologen an Wirbelthieren[4]) vollständig harmoniren) haben uns gezeigt, dass die Mesodermzellen im Stande sind, aufgenommene Eiweisskörper aufzulösen, also zu verdauen. Dieser Schluss wird noch durch folgende Ergebnisse meiner Untersuchungen verstärkt. Wenn man das Schicksal der von Mesodermzellen der Bipinnaria asterigera aufgenommenen (menschlichen) Blutkörperchen verfolgt, so wird man finden, dass diese ebenfalls verdaut werden. Sie quellen im Innern des Zellenleibes stark auf (Fig. 33—35), werden dabei heller; das Hämoglobin geht dann in den centralen Theil des Zelleninhaltes über und schliesslich wird auch das Gerüst des Blutkörperchens aufgelöst. (Ich brauche kaum speciell hervorzuheben, dass die nicht aufgefressenen Blutkörperchen solche Ver-

[1]) Bis jetzt habe ich leider noch keine Gelegenheit gehabt, die Entzündungsvorgänge bei solchen Anneliden zu untersuchen, welche viele Blutkörperchen enthalten und hoffe diese Lücke möglichst bald auszufüllen.

[2]) Ueber Entzündung und Eiterung. Virchow's Archiv 1867. Bd. 40. p. 75. Man vergleiche auch seine „Neue Untersuchungen über die Entzündung". Berlin 1873, p. 11, 42, 62, 67, 71.

[3]) Ueber entzündliche Störungen des Capillarkreislaufes bei Warmblütern. Virchow's Archiv, Bd. 74, p. 386.

[4]) Zusammengestellt bei Ziegler: Lehrbuch der pathologischen Anatomie. 2. Aufl. Bd. I. 1882, p. 167—175.

änderungen nicht erleiden.) Etwas anders gestalten sich die Erscheinungen bei der Verdauung rother Blutkörperchen von Discoglossus durch Mesodermzellen von Phyllirhoe. Der Zellenleib, sowie der Kern solcher aufgefressenen Blutkörperchen bekommt zuerst etwas unregelmässig zackige Conturen (Fig. 71), die Schrumpfung geht weiter fort (Fig. 72, 74), und nun zerfallen die Blutzellen nebst ihrem Nucleus in mehrere Bruchstücke (Fig. 75, 76), wobei auch der centrale Theil des Inhaltes der Mesodermzelle leicht gefärbt wird. Der ganze Process hat eine gewisse Aehnlichkeit mit den bei Wirbelthieren gewonnenen Wahrnehmungen über die Resorption im Innern von sogenannten blutkörperchenhaltigen Zellen[1]), welche wohl ebenfalls auf einen Verdauungsact seitens der Mesodermzellen zu beziehen ist.

Die unter die Haut von Bipinnaria und Phyllirhoe eingespritzte Ziegenmilch erfährt auch ein ähnliches Schicksal. Die Milchkügelchen werden von Wanderzellen aufgefressen (Fig. 30), verlieren dann ihren Glanz und zerfallen in kleine Körnchen, welche sich im ganzen Zelleninhalte vertheilen (Fig. 31, 32). Bis jetzt war ich nur nicht im Stande, eine merkliche Veränderung von aufgenommenen Stärkekörnern zu constatiren.

Um die Frage zu entscheiden, ob die Mesodermzellen bei der Nahrungsaufnahme eine gewisse Wahl ausüben, habe ich ein Gemisch verschiedener Substanzen unter die Haut meiner Versuchsthiere eingespritzt. So habe ich z. B. in das Schleimgewebe von Phyllirhoe einen Tropfen Ziegenmilch mit einem Gemisch von Indigo-, Karmin- und Stärkekörnchen (also verdauliche mit unverdaulichen Stoffen zusammen) eingespritzt und fand darauf, dass alle diese Fremdkörper ohne Auswahl aufgenommen wurden; einige Zellen frassen von allen vier Stoffen zugleich etwas auf (Fig. 57, 58). Man würde somit leicht glauben, dass die Mesodermzellen überhaupt Alles auffressen, was ihnen geboten wird, dass sie folglich kein Unterscheidungsvermögen besitzen. Folgender Versuch wird uns indessen vom Gegentheile überzeugen. Beim Einspritzen lebender Eierstockseier von Sphaerechinus granularis unter die Haut von Phyllirhoe hat sich ergeben, dass sowohl kleine junge Eizellen als auch vollkommen fertige, die den sogenannten Richtungskörper bereits ausgestossenen Eier von Mesodermzellen gar nicht angegriffen werden. Beide leben ganz friedlich neben einander und die Seeigeleier bleiben im Innern von Phyllirhoe viel länger

[1]) Man vergleiche Langhans' Beobachtungen über Resorption der Extravasate und Pigmentbildung in denselben. Virchow's Archiv 1870, Bd. 49, p. 81 u. f.

am Leben, als im Seewasser. Meine Beobachtungen dauerten an ein und demselben Individuum sechs Tage, d. h. so lange, als meine Versuchsthiere überhaupt lebendig blieben. An solchen Eiern konnte ich auch künstliche Befruchtung im Innern von Phyllirhoe anstellen und bekam positive Resultate: die Eier furchten sich und bildeten zum Theil vollkommen normale Blastulae. Als ich nun behufs weiterer Untersuchung in das Schleimgewebe von Phyllirhoe frisch gekochte Eier von Sphaerechinus einspritzte, fingen die Mesodermzellen an, sich an dieselben festzusetzen und deren Dotterkörperchen zu verschlingen (Fig. 67). Dies schien darauf hinzuweisen, dass die Mesodermzellen nur todte Zellen auffressen und die lebendigen unberührt lassen; dagegen sprachen aber schon die Erfahrungen über das Aufnehmen von Blutkörperchen, wovon wenigstens viele gewiss noch lebendig waren, als sie von Mesodermzellen aufgefressen, resp. umwachsen wurden. Zur weiteren Controle spritzte ich einen Tropfen lebendigen Sperma von Sphaerechinus granularis unter die Haut von Phyllirhoe. Die Zoospermien bewegten sich ziemlich langsam und wurden bald von Mesodermzellen angegriffen und aufgefressen (auf der Fig. 65 sind zwei unmittelbar im Protoplasma befindliche Zoospermienköpfe, auf der Fig. 66 zwei andere in Vacuolen eingeschlossene abgebildet); mehrere von ihnen blieben noch zwei Tage im Schleimgewebe liegen, ohne aufgefressen zu werden, und einige behielten sogar noch ihr Befruchtungsvermögen bei.

Aus den mitgetheilten Befunden ergibt sich, dass die Mesodermzellen nicht unbedingt Alles, was ihnen dargeboten wird, aufnehmen, ferner, dass ihnen möglicherweise ein gewisses Unterscheidungsvermögen nicht abgesprochen werden darf. Wenn man die angegebenen Thatsachen dadurch erklären wollte, dass die Mesodermzellen die lebenden Eier überhaupt nicht zu bewältigen im Stande waren, so ist nicht einzusehen, warum sie sich auf dieselben nicht festsetzten und sonst keinen merklichen Versuch machten, sie aufzufressen.

Die an Mesodermzellen wahrgenommenen Erscheinungen wiesen darauf hin, dass ihnen eine nicht unbedeutende prophylactische Rolle zukommt, eine Schlussfolgerung, welche zu weiteren Nachforschungen ermunterte. Bei den Untersuchungen über die necrotischen Vorgänge einiger wirbellosen Thiere, vorzugsweise der Bipinnaria asterigera, hat sich wirklich ergeben, dass die Mesodermzellen zur Aufgabe haben, die absterbenden Zellen aufzufressen. Die langen Arme der genannten Bipinnaria enden

gewöhnlich mit orangefarbenen Spitzen: von aussen sind sie mit Ektodermepithel, in welchem das Pigment enthalten ist. überzogen; inwendig beherbergen sie dagegen eine mehr oder weniger beträchtliche Anzahl Mesodermzellen. Die letzteren enthalten häufig rundliche Pigmentkörper, welche höchst wahrscheinlich einfach aus den Ektodermzellen hergeholt werden (Fig. 27). Bei einem längeren Aufenthalte in Versuchsgläsern werden nun die Armspitzen abgenutzt und abgestumpft, so dass nicht selten ganze Stücke von ihnen abfallen. Im Ektoderm solcher kranken Arme findet man eine Menge kleiner Kügelchen angesammelt, welche von benachbarten Mesodermzellen aufgefressen werden, ähnlich wie wir es bei der Metamorphose gesehen haben. Daher kommt es, dass die in den Armspitzen befindlichen Mesodermzellen oft ganz mit Kügelchen vollgepfropft sind (Fig. 81). Ausser heller, schwach lichtbrechender Zerfallproducte findet man in der Epidermis von Bipinnaria auch häufig ganze Häufchen von stark lichtbrechenden kleinen rundlichen Körpern vor (Fig. 42 b), welche ebenfalls von Mesodermzellen aufgenommen werden. Ich konnte die Natur dieser Körperchen nicht genauer bestimmen und will deshalb nur als Vermuthung aussprechen, dass sie vielleicht Sporen von Bacterien sind. Diese Vermuthung stütze ich auf die äusserliche Aehnlichkeit der fraglichen Körper mit unzweifelhaften Sporen, auf die Gleichheit der sämmtlichen betreffenden Fremdkörperchen untereinander, sowie auch auf die Thatsache, dass die Mesodermzellen unter Anderem auch Bacterien und deren Sporen auffressen. Wenn man eine bacterienhaltige Flüssigkeit unter die Haut der von mir oben mehrfach genannten Versuchsthiere (Bipinnaria und Phyllirhoe) einspritzt oder, wenn sich die Bacterien selbstständig in den Wunden der operirten Thiere entwickeln, so findet man sie bald darauf auch im Innern von Mesodermzellen eingeschlossen. Nach meinen Beobachtungen werden sowohl bewegliche als unbewegliche Bacterien aufgefressen; man findet sie sowohl direct im Protoplasma der Mesodermzellen, als auch in Vacuolen enthalten (Fig. 38—40, 63, 64). Manchmal werden sie im Innern dieser Zellen noch im beweglichen Zustande angetroffen; in anderen Fällen findet man sie bewegungslos und oft auch so blass, dass man sie kaum mehr erkennt (Fig. 63). Daraus, sowohl wie aus der Zusammenstellung anderer hervorgehobenen Thatsachen über die Thätigkeit der Mesodermzellen, kann man erschliessen, dass auch die Bacterien von diesen Zellen aufgefressen und verdaut werden, was die prophylactische Rolle der letzteren jedenfalls

bedeutend erhöht. Als ein gutes Object für die Beobachtung dieser Verhältnisse kann ich Botryllus anführen, dessen ganz frische, eben aus dem Meere hergeholten Colonien constant eine Menge verschiedenartiger Bacterien in der Tunica enthalten. Unter ihnen fand ich eine kleine Spirochaeteart, welche auffallend an die Spirochaete Obermeyeri des Rückfalltyphus erinnert (Fig. 55) und auch einen kleinen Bacillus, welcher an beiden Enden je eine Spore trägt und überhaupt eine Aehnlichkeit mit dem Leprabacillus aufweist. Alle diese Bacterien werden von den zahlreichen Wanderzellen der Tunica eifrig verfolgt und man findet sie in ihrem Innern in verschiedenen Entwicklungs- und Verdauungsstadien eingeschlossen (Fig. 54—56). Der Kampf wird aber gegenseitig geführt und man findet augenscheinlich todte Wanderzellen, aus welchen nach allen Seiten die langgezogenen Bacterien ausstrahlen.

Dasselbe lässt sich auch auf Wirbelthiere ausdehnen; so fand Koch[1]) den Bacillus anthracis und den Bacillus der Mäusesepticämie in weisse Blutkörperchen seiner Versuchsthiere eingeschlossen und Tuberkelbacillen fand er[2]) im Innern der Riesenzellen. Es scheint demnach, dass wohl im ganzen Thierreiche die wandernden Mesodermelemente ihre nahrungaufnehmende und verdauende Thätigkeit zum Schutze des Organismus gegen Bacterien und solche Körper, welche einen günstigen Boden für deren Entwicklung bilden (necrotische Theile), benützen. Bei Metazoen, welche noch kein entwickeltes Mesoderm haben, wird diese Rolle wahrscheinlich entweder durch Ektoderm (Plumularia) oder Entoderm ausgeführt.

Die meisten Embryologen nehmen übereinstimmend an, dass die Metazoen am ehesten von solchen Protozoen abzuleiten sind, welche die grösste Aehnlichkeit mit heute lebenden coloniebildenden Monaden aufweisen. Die, eine solche Colonie zusammensetzenden Individuen sind alle untereinander vollkommen gleich, so dass wir im Bereiche der Protozoen noch keine Arbeitstheilung, welche

[1]) Unters. üb. d. Aetiologie d. Wundinfectionskrankheiten. 1878, p. 44, 72. Die Deutung Koch's, nach welcher die Bacterien vollständig in die weissen Blutkörperchen eindringen, um sich dort zu vermehren, ist von ihm nicht bewiesen und stimmt mit meinen Erfahrungen (worüber ich später berichten werde) nicht überein.

[2]) Berliner klinische Wochenschrift, 1882, Nr. 15. — Die von Zopf (Die Spaltpilze, Breslau 1883, p. 67) gegebene Deutung des Koch'schen Befundes scheint mir auch der Wirklichkeit nicht zu entsprechen.

den ersten Schritt zur Keimblätterbildung bilden könnte, treffen; wir finden bei ihnen nicht einmal den Grad der Differenzirung, welche ihre chlorophyllhaltigen Verwandten — die Volvocineen — aufweisen. Bei solchen Bedingungen ist die Aufgabe, sich eine Vorstellung über die Genealogie der ersten Metazoen zu bilden und somit ein Princip für die vergleichende Thierkunde zu gewinnen, mit ganz besonderen Schwierigkeiten verbunden. Man stimmt ziemlich überein in der Annahme, dass das Blastulastadium, welches ebenfalls aus einer Schicht untereinander gleicher Zellen besteht, einer Monadencolonie entspricht; aber von dem wichtigsten Punkte der Keimblätterbildung gehen die Ansichten verschiedener Forscher weit auseinander. Einige, wie z. B. der leider so früh der Wissenschaft entrissene Balfour[1]), nehmen an, dass sich die Blastulazellen (d. h. die diesem Stadium entsprechenden Individuen der Colonie) sehr früh in zwei Arten differenzirten, dass „die Uebergangsform von den Protozoen zu den Metazoen aus einer Halbkugel von ernährenden amöboiden und einer anderen Halbkugel von bewimperten Zellen bestand". Ich habe dagegen die Meinung ausgesprochen[2]), dass von den ganz untereinander gleichen Blastulazellen, welche alle die Fähigkeit behielten, Nahrung aufzunehmen, einige von der Peripherie in die centrale Höhle (und zwar am beliebigen Punkte der Oberfläche) hineineinragten, wobei sie aus cylindrischen Geisselzellen zu amöboiden Elementen wurden; diese letzteren stellten nun die Anlage zu einem parenchymatischen Meso-Entoblast dar, aus welchem erst später das Darmepithel (echtes Entoderm) und andere Bildungen sich differenzirten.

Der oben mitgetheilte Befund von Nahrung aufnehmenden Ektodermzellen bei verschiedenen Repräsentanten des Coelenteratentypus spricht, meiner Meinung nach, gegen die Annahme einer sehr frühzeitigen Differenzirung der Blastulazellen im Sinne Balfour's und deutet viel eher darauf hin, dass die Ektodermzellen auch dann ihre ursprüngliche Rolle behielten, als bereits ein Entoderm vorhanden war. Es ist übrigens auch aus sonstigen Gründen sehr schwer anzunehmen, dass eine so festgewurzelte Function, wie die Nahrung aufnehmende Thätigkeit der Monadenindividuen, rasch und scharf (wie die Grenze zwischen beiden Theilen der Syconenblastula) verschwinden sollte. Auch weiss ich kein Hinderniss, sei es von Seite der embryologischen oder sonstigen

[1]) Vergleichende Embryologie. Deutsche Uebers. Bd. I. p. 143.

[2]) Spongiologische Studien, Zeitschr. f. wissensch. Zool. 1879. Bd. XXXII. p. 375 ff.

Thatsachen zu der Annahme, dass sich die Keimblätter zu einer Zeit anlegten, als noch sämmtliche Zellen Nahrung aufzunehmen im Stande waren. Erst später ging diese Function vorzugsweise und dann ausschliesslich auf die Parenchymzellen über, eine gewisse Aehnlichkeit mit den Verhältnissen der heutigen Spongien aufweisend. Bei diesen gehen die aufgenommenen Stoffe regelmässig in das parenchymartige Mesoderm über, welches aber noch nicht scharf und definitiv vom Entoderm geschieden ist, da auch im ausgewachsenen Zustande Zellen aus einem in das andere übergehen. Auf späteren Stadien der genealogischen Entwicklung vollzog sich eine schärfere Trennung zwischen beiden Abkömmlingen des Parenchyms oder des Phagocytoblastes, wie ich es von nun an bezeichnen werde. Aber noch im Bereiche der niederen Coelenteraten ist es schwer, von einem gesonderten Mesoderm zu sprechen. Während mehrere Acraspeden eine grosse Masse amöboider Mesodermzellen in ihrer Gallerte besitzen, zeigen andere keine Spur davon und bei Craspedoten findet man sie nur ganz ausnahmsweise vor. Auch ist das späte Stadium des Auftretens solcher Zellen bei Medusen bemerkenswerth. Will man die Stützzellen der Medusen- und Hydroidententakeln als Mesoderm in Anspruch nehmen, so ist die Grenze zwischen diesem Keimblatte und Entoderm unmöglich auch nur einigermassen durchzuführen.

Bei höher stehenden Thierformen ist die Trennung zwischen Meso- und Entoderm jedenfalls eine viel vollständigere geworden. Das letztere hat sich zum speciellen Zwecke, die von aussen herbeiführenden Nahrungsstoffe zu verarbeiten, herausgebildet, wobei die intracelluläre Verdauung allmälig durch eine enzymatische ersetzt wurde (worüber Näheres ich im dritten Abschnitte dieser Arbeit zu berichten hoffe). Das Mesoderm hat aber dabei seine ursprüngliche nahrungaufnehmende und verdauende Function nicht eingebüsst, sondern auf die Verarbeitung unnützlicher und schädlicher Stoffe concentrirt. Dabei haben die Mesodermzellen sowohl ihre Eigenschaft, intracellulär zu verdauen, als auch manche anderen primitiven, noch von Protozoen herstammenden Eigenthümlichkeiten aufbewahrt. Ich meine darunter nicht nur die Fähigkeit, sich amöboid zu bewegen, sondern auch die Neigung zur Plasmodienbildung. Die letztere hat sich, ebenso wie die intracelluläre Nahrungaufnahme, am wenigsten am Ektoderm erhalten, wo sie nur noch bei Spongien, Hydroiden und vielleicht einigen anderen Coelenteraten vorkommt; am Entoderm tritt sie sehr stark bei intracellulär verdauenden Thierformen, wie bei vielen

Coelenteraten und Turbellarien auf. Dagegen lassen sich die Mesodermplasmodien bis auf die höheren Thierformen, den Menschen nicht ausgeschlossen, verfolgen. Ueberhaupt haben die beweglichen Mesodermzellen am meisten ihre ursprüngliche individuelle Selbstständigkeit aufbewahrt, so dass man auch von einer gewissen protozoischen Seelenthätigkeit derselben reden könne.

In ihrem Bestreben, die Geschichte des mittleren Keimblattes aufzuklären, versuchten einige Embryologen die physiologische Rolle des ursprünglichen Mesoderms zn bestimmen. Während aber die Einen glaubten, dass dasselbe anfangs die geschlechtliche Function ausübte (Hatschek), nahmen Andere an (Rabl), dass es die Bewegungsthätigkeit ausführte. Wenn man die von mir in dieser Arbeit zusammengestellten Daten zu Rathe zieht und dabei berücksichtigt, dass bei vielen, ein Mesoderm aufweisenden Thieren die Geschlechtsproducte, sowie die Muskulatur nicht aus diesem Keimblatte, sondern unmittelbar aus Ekto- oder Entoderm (wohl zum grossen Theile aus dem ersteren) entstehen, dann wird man mir vielleicht zugeben, dass die ursprüngliche Rolle des Mesoderms eine nahrungaufnehmende und verdauende war und die Gewebe und Organe bildende Function erst in zweiter Instanz hinzukam. Abgesehen von allen anderen Argumenten, denke man nur an solche Thiere, wie Halisarca, wo noch keine Muskulatur vorhanden ist und wo der grösste Theil des Mesoderms am Verdauungsgeschäfte betheiligt ist.

Wenn ich von Phagocytoblast als von einem Ganzen rede, so thue ich es deshalb, weil uns die Entwicklungsgeschichte lehrt, wie innig das Mesoderm oder mindestens ein grosser Theil davon mit dem Entoderm verbunden ist. Abgesehen von den an anderem Orte mitgetheilten Thatsachen aus der Embryologie der Spongien, will ich noch auf die Abstammungsgeschichte der amöboiden Mesodermzellen bei Echinodermen, Pilidien u. a. hinweisen. Damit will ich freilich nicht behaupten, dass das Ektoderm aus der Production des Mesoderms ausgeschlossen sei. Es ist mir im Gegentheil sehr wahrscheinlich, dass auf früheren Stadien der genealogischen Entwicklung, als das Ektoderm seine ursprüngliche nahrungaufnehmende Function noch nicht eingebüsst hatte und als das Phagocytoblast bereits von ihm gebildet wurde, noch immer einzelne Ektodermzellen in's Innere eindrangen und mit übrigen Fresszellen (Phagocyten) sich vermischten. Durch diese hypothetische Annahme ist auch vielleicht die bei Halisarcaentwicklung wahrgenommene Thatsache, dass ein Theil der Mesodermzellen

aus Ektodermelementen der Larve herstammt, zu erklären. Auf der anderen Seite muss betont werden, dass es wahrscheinlich secundär auch andere Bildungsstätten des Mesoderms waren, als die Fresszellen des Ektoderms und des Phagocytoblastes und dass dabei auch wohl Muskelzellen, Geschlechtszellen u. a. eine Rolle mitspielten. Man muss nur beachten, dass das, was wir als Mesoderm bezeichnen, etwas sehr Heterogenes darstellt, was sich zu verschiedenen Perioden, in verschiedener Weise und aus differenten Quellen bildete und erst verhältnissmässig sehr spät ein als Keimblatt aufgetretenes Ganze repräsentirte. In dieser Beziehung stimme ich mit Balfour[1]) und den Gebrüdern Hertwig[2]) überein, auf deren Darstellungen ich auch nunmehr verweise. Wenn ich trotzdem vom Mesoderm als von einem nahrungaufnehmenden Zellencomplexe redete und überhaupt diese Function in den Vordergrund stellte, so geschah es deshalb, weil ich den ursprünglichsten und wichtigsten Theil des Mesoderms vor Augen hatte. Die Genealogie des ganzen Mesoderms sämmtlicher Metazoen aufzuklären, scheint mir zur Zeit noch kaum möglich; jedenfalls bin ich der Ueberzeugung, dass diese schwierige Frage auf dem ausschliesslich morphologisch-histologischen Standpunkte, auf den sich die Gebrüder Hertwig in ihrer „Coelomtheorie" gestellt haben, nicht zu lösen ist.

Die oben mitgetheilten Thatsachen haben uns gezeigt, dass die intracelluläre Nahrungsaufnahme und Verdauung auch eine schützende Rolle gegen die schädlichen Körper, die sich im Organismus bilden oder in denselben von aussen gelangen, übernehmen[3]) und da es wohl anzunehmen ist, dass die krankheiterregenden niederen Organismen (Bacterien, Chytridien, Entomophtoren und viele andere Parasiten) eine sehr alte Plage auf der Welt sind, so können vielleicht manche bisher in ihrer Bedeutung unbekannte Organe und Vorrichtungen ihre Erklärung finden. Ich erinnere hier an das oben über die Nematocalyces der Plumularien und über die sonst so eigenthümlich erscheinende Tunica der Ascidien Mitgetheilte. Es ist aber klar, dass mit den

[1]) Handbuch der vergleich. Embryologie. Deutsche Uebers. 1881, Bd. II, p. 310 ff.

[2]) Die Actinien. Jenaische Zeitschrift. 1879. Vol. XIV.

[3]) Auf diese Weise ist vielleicht die neuerdings von Buchner (Die ätiologische Therapie und Prophylaxis der Lungentuberculose, München 1883, p. 11 und 21) betonte Selbstheilung und die Wirkung der Entzündung auf Bacterien zu erklären.

angeführten Fällen die Reihe solcher prophylactischen Organe noch lange nicht erschöpft wird. Als Beweis will ich noch folgendes Beispiel anführen. An der Innenfläche der contractilen Wandung des Excretionsorganes von Carinaria hat man kleine „körnchenhaltige“ Zellen beobachtet, in denen man eine der bei Gasteropoden bekannten ähnliche Nierenbildung vermuthete. Nach meinen Untersuchungen stellt es sich aber heraus, dass diese Körnchen nicht etwa in den Zellen gebildete Concremente, sondern von amöboiden Zellen aufgenommene Fremdkörper sind. Wenn man zum Wasser, in welchem Carinarien leben, etwas Karmin- oder Indigopulver zusetzt, so findet man bald darauf eine grosse Anzahl Farbstoffkörnchen im Innern der körnerhaltigen Zellen wieder. Da das Excretionsorgan von Carinaria Wasser in die Pericardialhöhle einpumpt, welches unmittelbar aus dem Meere herstammt, und mancherlei Dinge mit sich in den Organismus des Heteropoden einschleppen könnte, so sind Fresszellen beim Eingange da, um die hereinfallenden Fremdkörper aufzuhalten.

Die in letzten Jahren gemachten grossen Fortschritte auf dem Gebiete der Pathologie werden gewiss auch manche Früchte im Bereiche der reinen Zoologie bringen, wie auf der anderen Seite die letztere, die sich ganz auf evolutionistischen Standpunkt gestellt hat, ihrerseits beitragen wird, die Probleme der Medicin auf vergleichend-pathologischem Wege zu lösen.

Riva, den 22. Mai 1883.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Ein Nematocalyx von Plumularia spec. aus Messina am dritten Tage des Aufenthaltes im Versuchsglase. Vergrösserung Ocul. 3 + System 7 von Hartnack.

Fig. 2. Ein Nematocalyx derselben Plumulariaart, im Begriffe, den Inhalt eines abgestorbenen Polypenköpfchens aufzufressen. 2 + 7.

Fig. 3. Zwei Nematocalyces derselben Art mit Karminkörnchen gefüttert. 2+ 7.

Fig. 4. Ein Karmin aufgefressenes Nematocalyx von Plumularia setacea. 2+7.

Fig. 5. Eine Larve von Bunodes sabelloides mit fremden Körpern im Ektoderm, von der Oberfläche gesehen. 4 + 4.

Fig. 6. Eine andere solche Larve im optischen Längsschnitte. 4 + 4.

Fig. 7. Eine Larve derselben Actinie mit Karminkörnchem im Ektoderm. 4+4.

Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10. Drei Ektodermzellen einer Bunodeslarve mit eingeschlossenen Fremdkörpern. 4 + 9.

Fig. 11. Fig. 12. Karminhaltige Ektodermzellen einer Bunodeslarve.

Fig. 13. Fig. 14. Zwei amöboide Mesodermzellen einer Auricularia nach Behandlung mit Osmiumsäure 3 + 9.

Fig. 15. Fig. 16. Zwei Diatomeen enthaltende Mesodermzellen einer anderen Auricularia. 3 + 8.

Fig. 17. Fig. 18 Fig. 19. Fig. 20. Fig. 21. Eine Wanderzelle aus einer sich verwandelnden Auricularia, im Begriffe, ein Detrituskügelchen zu verschlingen und zu verdauen. 3 + 9.

Fig. 22. Fig. 23. Fig. 24. Drei Zustände einer anderen solchen Zelle. *a* = ein Detituskügelchen.

Fig. 25. Fig. 26. Zwei Formzustände einer Nesselkapsel-haltigen Mesodermzelle von Bipinnaria asterigera. 3 + 8.

Fig. 27. Ein Stück eines Bipinnariaarmes. 3 + 7.

Fig. 28. Fig. 29. Zwei Mesodermzellen aus einer fast vollständig verwandelten Bipinnaria asterigera. 3 + 9.

Fig. 30. Fig. 31. Fig. 32. Drei Mesodermzellen einer Bipinnaria asterigera zwei Tage nach dem Einspritzen der Ziegenmilch. 3 + 9.

Fig. 33. Fig. 34. Fig. 35. Drei Mesodermzellen einer Bipinnaria asterigera 19 Stunden nach dem Einspritzen eines Tropfen menschlichen Blutes. *c* = frei liegende Blutkörperchen. 3 + 9.

Fig. 36. Ein Mesodermplasmodium von Bipinnaria asterigera, welches sich zwanzig Stunden nach dem Einspritzen des Blutes unter die Haut der Bipinnaria gebildet hat. 3 + 7.

Fig. 37. Ein anderes Mesodermplasmodium aus derselben Bipinnaria nach Behandlung mit Picroschwefelsäure, Alkohol, Boraxkarmin und Bergamotöl. 3 + 9.

Fig. 38. Eine Wanderzelle von Bipinnaria asterigera, welche ein Karmin-, ein Stärkekörnchen und eine Anzahl Bacterien aufgefressen hat. 3 + 9.

Fig. 39. Fig. 40. Zwei Wanderzellen von Bip. aster. am folgenden Tage nach dem Einspritzen des bacterienhaltigen Wassers unter die Haut der Larve. 3 + 9.

Fig. 41. Mesodermzellen einer Bipinnaria asterigera, zwanzig Stunden nach der Einführung einer mit Indigo- und Karminkörnchen gefüllten Glasröhre. Die letztere ist einige Stunden vor der Abzeichnung herausgefallen. Im Centrum des Zellenhaufens befinden sich einige in die Larve eingedrungene Staubpartikeln. 3 + 4.

Fig. 42. Fig. 43. Fig. 44. Fig. 45. Vier Fremdkörperchen enthaltende Mesodermzellen aus einer jungen Calianira bialata. n = Nucleus.

Fig. 46. Fig. 47. Fig. 48. Drei Mesodermzellen aus einer jungen Beroë, welches am vorhergehenden Tage mit Karmin gefüttert wurde. 3 + 8.

Fig. 49. Fig. 50. Zwei Fremdkörper enthaltende Mesodermzellen aus einem grossen Pilidium von Messina. 3 + 9.

Fig. 51. Eine Fremdkörperchen aufgenommene Mesodermzelle der Echiurus-larve. 3 + 9.

Fig. 52. Fig. 53. Zwei ähnliche Zellen aus dem Mesoderm einer Pneumodermonlarve. n = Nucleus. 3 + 9.

Fig. 54. Fig. 55. Fig. 56. Drei bacterienhaltige Tunicazellen von Botryllus. s = frei schwimmende Spirochaete. 4 + 9.

Fig. 57. Fig. 58. Zwei Mesodermzellen von Phyllirhoe, welche Milchkügelchen, Indigo-, Karmin- und Stärkekörnchen aufgefressen haben. Achtzehn Stunden nach dem Einspritzen des Gemisches unter die Haut. 3 + 9.

Fig. 59. Eine grosse Wanderzelle aus dem Schleimgewebe von Phyllirhoe. 3 + 9.

Fig. 60. Fig. 61. Zwei kleine Wanderzellen von Phyllirhoe. 3 + 9.

Fig. 62. Eine grosse Wanderzelle desselben Thieres. 3 + 9.

Fig. 63. Fig. 64. Zwei bacterienhaltige Zellen derselben Art. 3 + 9.

Fig. 65. Fig. 66. Zwei Wanderzellen derselben Art, welche Zoospermien aufgenommen haben. 3 + 9.

Fig. 67. Ein gekochtes Ei von Sphaerechinus, von Phagocyten der Phyllirhoe umgeben. 3 + 7.

Fig. 68. Bildung der Riesenzelle bei Phyllirhoe. 3 + 7.

Fig. 69—76. Wanderzellen von Phyllirhoe, welche Blutkörperchen von Discoglossus aufgefressen haben. 3 + 9.

Fig 77. Eine Erbsenzelle von Phagocyten der Phyllirhoe umwachsen. 3 + 7. Essigsäurepräparat.

Fig. 78. Ansammlung von Wanderzellen um ein Glasröhrchen im Mantel der Ascidia intestinalis. Natürliche Grösse.

Fig. 79. Querschnitt durch ein entzündetes Tethysohr.

Fig. 80. Ein Zellenpacket aus einem Infiltrate von Tethys. 3 + 9.

Fig. 81. Das Ende eines abgenutzten Bipinnariaarmes. 3 + 7.

Die Ephyren von Cotylorhiza und Rhizostoma

und ihre

Entwicklung zu achtarmigen Medusen.

Von

C. Claus.

(Mit 2 Tafeln.)

Schon vor mehreren Decennien haben sich verschiedene Forscher bemüht, die Entwicklung der mediterranen Cotylorhiza tuberculata (Cephea Wagneri, Cassiopea borbonica) vom Ei an bis zur Ephyra zu verfolgen, leider jedoch mit nur unvollständigem Erfolge. Die meisten [1]) gelangten nicht einmal über das achtarmige Scyphostomastadium hinaus, nur Gegenbaur[2]) gelang es, das sechzehnarmige Scyphostomastadium zu erziehen, ohne dasselbe freilich zur Strobilation und Ephyren-Abstossung bringen zu können. Soviel liess sich jedoch aus diesen Beobachtungen wohl mit Sicherheit ableiten, dass Cotylorhiza keine directe Entwicklung nach Art der Pelagia, sondern einen Strobilazustand durchläuft, dessen Besonderheiten noch näher zu ermitteln waren. Denn wenn auch die bisher bekannt gewordenen Strobilen von Aurelia, Cyanea, Chrysaora die gleiche Formgestaltung so sehr wiederholen, dass man dieselben ohne genaue Untersuchung der Gewebe kaum zu unterscheiden vermag, so liegt es a priori keineswegs ausgeschlossen, dass nicht von jenen abweichend gestaltete Strobilen existiren, zumal in dem merkwürdigen Stephanoscyphus mirabilis ein mit Scyphostomen vergleichbarer

[1]) Vergl. Ecker, Ueber die Entwicklung einer Scheibenqualle (Cephea Wagneri). Bericht über die Verhandlungen der naturforsch. Gesellschaft in Basel, Tom. VIII, 1849. W. Busch, Beobachtungen über Anatomie und Entwicklung einiger wirbelloser Thiere. Berlin 1851. A. v. Frantzius, Ueber die Jungen der Cephea. Zeitschrift für wissensch. Zoologie 1853, Tom. IV.

[2]) C. Gegenbaur, Zur Lehre des Generationswechsels und der Fortpflanzung der Medusen und Polypen. Würzburg 1854.

Polyp bekannt geworden ist, der mit Rücksicht auf die vier Gastralwülste geradezu als eine Acalephenamme beurtheilt werden konnte. Nicht besser steht es mit unserer Kenntniss der Rhizostoma-Entwicklung, über welche die von Noshin [1]) und A. Kowalevski [2]) gegebenen Mittheilungen noch nicht einmal die Frage entschieden haben, ob ein Strobilationsvorgang besteht oder nicht.

Unter so bewandten Verhältnissen war mir die Angabe im zoologischen Jahresbericht sehr interessant, nach welcher es jüngst G. Du Plessis [3]) gelungen sein sollte, auch für Cotylorhiza den für die meisten Acalephen charakteristischen Generationswechsel nachzuweisen. Indessen ersah ich aus der bezüglichen Mittheilung von Du Plessis, dass auch dieser Beobachter thatsächlich nicht über die Zucht der Scyphostomen hinausgekommen war, und dass die vermeintliche Beweisführung nur auf sehr gewagten Reflexionen beruht. In Wahrheit hat Du Plessis den Strobilationsvorgang gar nicht verfolgt, vielmehr die in den Aquarien der zoologischen Station (Neapel) angetroffenen Strobilen ohne genügende Gründe auf Cotylorhiza bezogen. Ueberdies wurden dieselben weder näher beschrieben, noch abgebildet, die von denselben abgestossenen Ephyren aber so unzureichend dargestellt, dass die bestehende Lücke zur Zeit als noch unausgefüllt zu betrachten ist. Aus der Uebereinstimmung, welche die Ephyra mit der adulten Cotylorhiza (Cassiopea) in der Färbung zeigt, lässt sich selbstverständlich ebensowenig ein Anhaltspunkt zur Bestimmung der Zugehörigkeit ableiten, als etwa eine allgemeine Aehnlichkeit der Ephyra mit der adulten Cassiopea in demselben Sinne verwerthet werden kann. Eine solche Aehnlichkeit ist zudem nicht einmal vorhanden oder doch nur eine so ganz entfernte, dass das Gleiche auch von jeder anderen Ephyra gelten müsste. Sollte die von Du Plessis [4]) beschriebene Ephyra wirklich zu Cotylorhiza gehören, so ist, wie wir sehen werden, die von diesem Autor gegebene Beschrei-

[1]) N. Noshin, Bulletin Acad. Imper. Petersbourg, Tom. VIII, 1866.

[2]) A. Kowalevski, Untersuchungen über die Entwicklung der Coelenteraten. Mit 8 Tafeln. Nachr. der Gesellsch. der Freunde der Naturerkenntniss etc. Moskau 1873. (Russisch.)

[3]) G. Du Plessis, Remarques sur les Metamorphoses de la Cassiopée bourbonnière (Cassiopea borbonica Dell. Ch) faites à la station zoologique de Naples. Bull. Soc. Vand. Sc. nat. Lausanne Tom. XVII. Nr. 86.

[4]) Du Plessis l. c. pag. 638. „Du reste, ce jeunes Méduses ressemblent déjà beaucoup à la Cassiopée adulte. Elles en diffèrent seulement par une bouche quadrangulée, quatre bras simples (au lieu de huit très ramifiés) et sans suçoirs et les bords de l'ombrelle beaucoup plus échancrés par de profondes découpures.

bung eine recht oberflächliche, denn es ist weder von intermediären Gefässen die Rede, noch wird der sofort in die Augen springenden, die Färbung und Zeichnung bedingenden Eigenthümlichkeit, der Füllung des Entoderms mit Zoochlorellen, auch nur Erwähnung gethan.

Da es mir trotz vielfacher Bemühungen bislang nicht gelang, geschlechtsreife Cotylorhizen zur Zeit der Eierlage zu erhalten und somit Ephyren zu ziehen, so versuchte ich auf einem anderen Wege, mittelst pelagischen Fanges, in den Besitz derselben zu gelangen. Schon seit mehreren Jahren wurden regelmässig besonders häufig im August Larven von Rhizostoma und Cotylorhiza gefangen, die freilich schon in Stadien mehr oder minder vorgeschrittener Entwicklung begriffen, leicht als jenen beiden Gattungen zugehörig zu bestimmen waren. Ich konnte daher schon früher eine ziemlich eingehende Darstellung über die Metamorphose der bereits mit intermediären Randlappen, gabelspaltigen Mundarmen und Anlagen des Gefässnetzes versehenen Larven bis zur ausgeprägten Rhizostoma- und Cotylorhiza-form vorlegen.[1]) Dagegen waren die Ephyren nicht zu erhalten und somit blieb ein wichtiger Theil der Umwandlung, nämlich der Ephyren in die vierarmige und dieser in die achtarmige Form unbekannt. Es waren somit noch die Umstände zu eruiren, durch welche die so bedeutende Abweichung der Rhizostomie vorbereitet und bedingt wird. Erst im diesjährigen Sommer gelang es unserem überaus eifrigen und geschickten Marinar Kossel am 14., 17. und 18. Juli auf grössere Schwärme von Cotylorhizalarven zu stossen, in welchen alle seither vergeblich gesuchten Jugendzustände enthalten waren.

Die Schwärme waren, wie mir Dr. E. Graeffe mittheilt, mit Massen von Seegras und mit Hydroidstöckchen besetzten Sargassum in der Mitte des Triester Golfes zwischen Barcola und dem Leuchthurm zusammengetrieben und dürften wohl von heftigen Strömungen aus südlichen Theilen der Adria heraufgetragen worden sein.

Nunmehr zeigte es sich, dass dieselbe Ephyra von mir schon früher einmal vereinzelt beobachtet und nach der Beschaffenheit des mit Algenzellen erfüllten Entoderms ganz richtig als wahrscheinlich zu Cotylorhiza[2]) gehörig bestimmt

[1]) C. Claus, Untersuchungen über Organisation und Entwicklung der Medusen. Mit 20 Tafeln. Prag und Leipzig, pag. 43—56.

[2]) C. Claus l. c. pag. 54.

worden war. Absolute Sicherheit konnte natürlich erst durch den Nachweis der Zwischenglieder zur unzweifelhaften Cotylorhiza, welche nunmehr mit dem Funde des Schwarmes in allen Uebergängen vorlagen, gewonnen werden. Der Umstand, dass der Entodermbelag der Gastralcavität und Gefässcanäle der jugendlichen Ephyra wenn auch noch unvollständig mit Zoochlorellen gefüllt war, dürfte wohl darauf hinweisen, dass schon die älteren Scyphostomen, sowie die Strobilastadien jene Pflanzenzellen in reicher Menge enthalten und an bestimmten Oertlichkeiten unter Bedingungen gross werden, welche für die Zufuhr jener Organismen besonders günstig sind. Vielleicht ist hierin auch der Grund zu suchen, weshalb es bisher nicht gelang, die aufgezogenen Scyphostomen zur Strobilisirung zu bringen.

Die jüngste Ephyra der mediterranen und adriatischen Cotylorhiza (Fig. 1) ist eine relativ grosse Form von etwa $1^1/_2$ bis 2 Mm. Durchmesser mit acht langen schlanken Lappen, deren Spaltstücke oder Ocularlappen eher abgerundet als zugespitzt erscheinen. In Form und innerem Bau theilt sie alle Eigenschaften mit den bisher bekannten Ephyren der semaeostomeen Schirmquallen unter Ausschluss der Ephyropsiden, deren Ephyren, wie ich kürzlich nachgewiesen habe, sowohl in der Gestaltung des Gastralraumes als in der Scheibenform bedeutende Abweichungen zeigen (Vergl. Claus l. c. Taf. VII, Fig. 48). Ihrer Erscheinung nach steht unsere Form zwischen den näher beschriebenen Ephyren von Aurelia und Chrysaora, unterscheidet sich jedoch von beiden durch mehrere jenen fehlende Eigenthümlichkeiten, an denen sie sofort zu erkennen und zu bestimmen ist. Am meisten in das Auge springen die zahlreichen gelblich braunen Algenzellen, welche im Gastralraum theils frei flottiren, theils vornehmlich in den Radialcanälen, vom Entoderm bereits aufgenommen, die eigenthümliche Färbung bedingen und durch ihre besondere Anhäufung in der Seitenbegrenzung der radialen Canäle an jedem der Stammlappen zwei Streifen erzeugen. Ich habe unter hunderten von Ephyren kein Exemplar angetroffen, an welchem dieses Merkmal nicht prägnant hervorgetreten wäre und glaube daher auch, dass diese pflanzlichen Eindringlinge für das Leben der Cotylorhiza überhaupt eine grosse, vielleicht nothwendige Rolle spielen. Ich werde noch später auf die Pflanzenzellen näher zurückkommen. Ein anderes minder auffallendes und nur bei sorgfältiger Untersuchung bemerkbares Kennzeichen beruht auf dem Vorhandensein zahlreicher spindelförmiger Krystalle im terminalen Abschnitt der Ocularlappen.

Diese Krystalle erinnern an die chromgelben Krystalle im Ektoderm der Nausithoe, sind aber farblos und umsäumen auch nicht den ganzen Lappenrand, sondern liegen an der Fläche des Lappens gehäuft. Dieselben entstehen ebenfalls einzeln in Ektodermzellen. (Fig. 2, a, b.) Am Gefässapparat fällt die Grösse der radialen Intermediärgefässe auf, die zwar noch ganz von dem Radialmuskel bedeckt werden, deren Grenzen jedoch schon wegen der Farbe des Inhaltes leicht erkannt werden. An der Aurelien-Ephyra treten diese Gefässe kaum als Ausbuchtungen hervor, während sie an der von Chrysaora die gleiche ansehnliche Entwicklung zeigen. Gleichwohl ist diese Larve nicht mit der unseren zu verwechseln, denn sie ist sofort kenntlich an dem äussern und innern Kranze grosser exumbraler Nesselwülste und an den Rudimenten der vier primären Gastralfilamente, welche in unseren Larven schon eine recht ansehnliche Grösse erlangt haben. Das Mundrohr zeichnet sich bereits durch die Stärke seiner Wand und Dicke der Gallerte aus und entbehrt noch der vier Arme, so dass auch die Ephyra von Cotylorhiza als Cannostome im Sinne Haeckel's zu bezeichnen sein würde.

Mit dem allmäligen Wachsthum gewinnt nun die Umbrellarscheibe der Larve, im Vergleich zu den acht Lappenstämmen, eine immer grössere Ausdehnung, mit anderen Worten, die distale Ausdehnung der Interradien schreitet rascher als die der Radien vor. Schon an Ephyren, welche den Durchmesser von 2 Mm. nur um Weniges überschreiten (Fig. 3), erscheint das Verhältniss zwischen der Länge der Lappenstämme und dem Radius der Umbrellarscheibe zu Gunsten des letzteren merklich verändert. Während dasselbe in den jüngsten Ephyren etwa dem von $1^1/_2 : 1$ entspricht, hat der Halbmesser der Scheibe jetzt schon die Länge der acht Lappenstämme erreicht. Wir können diese Larvenform wohl schon als zweites Ephyrastadium betrachten, weil am oralen Theil des Mundrohres Neubildungen aufgetreten sind, welche für die Entwicklung der Rhizostomie von grösster Bedeutung erscheinen und im Verein mit der bereits hervorgehobenen Stärke der Wandung die so abweichende Gestaltung der Mundarme vorbereiten. Es sind nämlich am freien Saume des Mundrohres kurze Tentakelchen hervorgewachsen, noch bevor von dem Vorhandensein ausgesprochener Mundarme die Rede sein könnte. (Fig. 4 a, b, c.) Die Zahl der Filamente hat sich jetzt verdoppelt. Am Gefässapparat ist noch keine wesentliche Veränderung bemerkbar, wenn auch bereits an den Radialcanälen seitliche Ausbuchtungen auftreten, welche die

Verbindung mit den Intermediärcanälen zur Herstellung des Ringcanals anstreben.

In einem wesentlich veränderten Formzustand erscheinen die Larven von etwa $2^1/_2$—3 Mm. Durchmesser, indem in den Interradien, welche die halbe Länge der Radien bereits merklich übertreffen, kurze zugespitzte Velarlappen hervortreten. Diese Stadien (Fig. 5 und 6) besitzen bereits einen geschlossenen Ringcanal, zu dessen Bildung sich die Ausläufer der Radiärgefässe mit den intermediären vereinigt haben, ferner vier wohlausgeprägte mit Tentakeln besetzte Mundarme. Dieselben repräsentiren das Stadium der Florescа. Immerhin zeigen schon jetzt die Mundarme, abgesehen von der Tentakelumsäumung an ihrem langgezogenen Distalrande — durch zwei seitliche distalwärts gabelig divergirende Falten, eine die späteren Armpaare vorbereitende Complication (Fig. 6). Die Zahl der Filamente ist auf 3—4 in jedem Radius gestiegen und die Füllung des Entoderms mit pflanzlichen Zellen im Vergleich zu den jüngeren Larven eine ungleich dichtere. Für das Aussehen der Randkörper (Fig. 7) erscheint die strangförmige Zusammenziehung des Gefässcanals, sowie eine dorsale Anschwellung oberhalb des Otolithensackes bemerkenswerth.

Mit dem fortschreitenden Wachsthum nehmen die anfangs kleinen und schmalen Velarläppchen an Umfang allmälig zu (Fig. 8, 9), während gleichzeitig die Peripherie der Intermediärfelder auf Kosten der in die Substanz der Scheibe übergeführten Stammlappen vorwächst, und die Velarläppchen mehr und mehr in die Zone der alternirenden Ocularlappen vorzurücken scheinen. Mit diesen Veränderungen verliert die Larve allmälig den Charakter der Ephyra zu Gunsten der durch einen Kranz von Randlappen bezeichneten jugendlichen Acalephenform.

Die 16 Felder der Gefässlamelle werden gleichzeitig durch Gefässfortsätze, welche sich miteinander verbinden, in eine grössere Zahl von Inselchen zerlegt. Zunächst entsteht regelmässig zwischen dem Radialcanal und Intermediärgefäss ein diesen parallel gerichtetes schmales Pararadialgefäss, so dass nunmehr 32 gestreckt ovale Felder vorhanden sind (Fig. 8). Diese werden dann ziemlich unregelmässig von queren Gefässausläufern durchbrochen (Fig. 9) und schon in 4 Mm. breiten Larven bereitet sich die nun rasch vorschreitende Entwicklung unregelmässig radialer Felderreihen vor. Die Filamente sind jetzt bereits zu kleinen knäuelförmigen Gruppen vermehrt, und die Mundarme haben durch.

Vergrösserung der sich bereits zusammenlegenden Armspreiten und Neubildungen von Tentakeln an ihren divergirenden Terminalhälften eine Form gewonnen, an welcher die Anlage der Armpaare unverkennbar hervortritt. (Fig. 10.) Nun macht auch die Complication des Gefässnetzes rasche Fortschritte. Larven von $4^1/_2$—5 Mm. Durchmesser mit bereits vier am Ende gespaltenen Armpaaren repräsentiren das Stadium, welches ich vor Kurzem[1]) als die damals mir bekannte jüngste Cotylorhizalarve näher beschrieben und abgebildet habe. Das in dem früheren Alter wohl ausgeprägte Ringgefäss erscheint bereits jetzt in dem Masse undeutlich und verwischt, dass man dasselbe ohne Bekanntschaft mit den jüngeren Larven als überhaupt unterdrückt betrachten und zu der Ansicht gelangen könnte, als sei für das so engmaschige Gefässnetz der Cotylorhiza ein ganz anderer Bildungsmodus als bei Rhizostoma und den Aureliden massgebend. An Larven von 7 Mm. Durchmesser erscheint bereits die Felderung der Entodermplatte so eng und dicht und der mehrfach ausgebuchtete Rand des Gefässnetzes peripherisch so weit vorgerückt, dass der Gattungs- und Familiencharakter erkennbar ist (Fig. 11). Die weitere Metamorphose der Larve, mit Rücksicht auf die Gesammtform der Scheibe, der Randlappen und Gestaltung des Armapparates habe ich in dem bezeichneten Werke näher dargestellt und erlaube mir nur an diesem Orte besonders auf die Entwicklung der Nesselkolben hinzuweisen, die zugleich eine wichtige Beziehung haben zur Herstellung von Verlöthungsstellen im Verlaufe der sich mächtig vergrössernden und secundäre Trichterfalten bildenden Mundarme.

Im Allgemeinen also ergibt sich, und Gleiches dürfte auch bei Rhizostoma und allen Rhizostomeen wiederkehren, dass das frühzeitige Auftreten der Mundtentakeln schon im Cannostomenstadium der primäre, die Wurzelmündigkeit einleitende Vorgang ist, dem dann die eigenthümliche Gestalt der vier hervorwachsenden Arme mit ihrem ausgedehnten Distalrand und zunächst paarigen Faltungen der Armspreiten folgt. Von diesen Zuständen an beruht die Entwicklung der Rhizostomie im Wesentlichen auf einer fortgesetzten Faltung der Armfläche und des mit Tentakelchen besetzten Randsaumes derselben, wie ich dieselbe früher eingehend beschrieben habe. (C. Claus l. c. pag. 52 etc.)

[1]) C. Claus l. c. pag. 53, Fig. 106, 107. Die Durchschnittsgrösse ist hier durch ein Versehen zu gering angegeben und beträgt nicht 3 Mm., sondern 5 Mm.

Was die gelbbraunen Körper anbetrifft, welche sich in grosser Menge im Entoderm der Cotylorhizalarven finden, so gehören dieselben unzweifelhaft in die Kategorie der in so zahlreichen niederen Organismen symbiotisch vegetirenden Pflanzenzellen, welche zuerst von Cienkowski[1]) als solche erkannt, später von K. Brandt[2]) als Zoochlorellen und Zooxanthellen unterschieden wurden. Bei Cotylorhiza sind dieselben vor einigen Jahren von Hamann[3]) aufgefunden, jedoch irrthümlich als einzellige Drüsen mit schwer erkennbarer Oeffnung gedeutet worden, bis kurze Zeit später zuerst Patrick Geddes[4]) ihre wahre Natur nachwies. Diese Chlorophyllkörper liegen hie und da vereinzelt, meist jedoch gruppenweise in den Zellen des Entoderms und springen als kuglige oder traubige Ballen in die Gallerte vor. Wahrscheinlich sind diese als Producte fortgesetzter Theilung aus einer einzigen Zelle entstanden und trifft man in der That alle Uebergänge bis zur Zweitheilung der Zelle an (Fig. 11 a). Völlig aus dem Entodermverbande gelöst sah ich die Zooxanthellen nie, obwohl es an sich nicht unwahrscheinlich ist, dass dieselben mit den in die Gallerte einwandernden Entodermzellen in jene übergeführt werden könnten. Vielleicht erklärt sich mit Hilfe dieser Annahme auch das freie Vorkommen der kugligen Haufen gelbbrauner Zellen, welche jüngst C. Keller[5]) in der Gallerte seiner Cassiopea polypoides beschrieben und sicherlich mit Unrecht als besondere Zellform des Mesoderms gedeutet hat.

Die Art, wie die chlorophyllhaltigen Algenzellen, welche auch sehr zahlreich frei im Gastrovascularraum flottiren, in das Entoderm gelangen, dürfte Angesichts der nunmehr auch für die Entodermzellen der Medusen nachgewiesenen Fähigkeit amöboider Bewegungen ohne Schwierigkeit zu erklären sein. Man könnte freilich an active Einwanderung seitens der Algenzellen denken, die auch im Zustande des Schwärmens bekannt geworden sind,

[1]) Cienkowski, Ueber Schwärmerbildung bei Radiolarien. Archiv für mikrosk. Anatomie 1871.

[2]) K. Brandt, Ueber das Zusammenleben von Algen und Thieren. Biologisches Centralblatt 1881, Nr. 17, ferner Geza Entz, ebendas. 1882, Nr. 21.

[3]) O. Hamann, Die Mundarme der Rhizostomeen. Jenaische naturw. Zeitschr. Tom. XV, 1881. Neuerdings hat dieser Autor den Irrthum seiner Deutung erkannt und dieselbe zurückgenommen.

[4]) Patrick Geddes, On the Nature and Functions of the „Yellow Cells" of Radiolarians and Coelenterates. Proceedings of the Roy. Soc. of Edinbg. 1882.

[5]) C. Keller, Untersuchungen über neue Medusen aus dem rothen Meere. Zeitschr. für wissensch. Zoologie, Tom. XXXVIII, 1883.

indessen reichen die so ausgeprägten, für die Aufnahme körperlicher Elemente bedeutungsvollen amöboiden Bewegungen des Entoderms zur Erklärung der Einführung völlig aus. Vielleicht gelingt es auch, diesen Nachweis durch directe Beobachtung zu führen, und dürften hierzu besonders die Ephyrastadien geeignet sein, deren Gastralbekleidung von Zooxanthellen noch nicht überfüllt ist. Im späteren Alter ist die Erfüllung des Epithels besonders in den dichten Gefässramificationen eine so vollständige, dass man sich Mühe geben muss, wenigstens in diesem Abschnitt des Gastrovascularapparates eine freie Entodermzelle zu finden. Auch die Arme und Trichterkrausen, ferner der Centralmagen und die Filamente enthalten die fremden Einmiethlinge in so dichter Füllung, dass man zu der Frage geführt wird, ob überhaupt noch eine selbstständige animalische Ernährung besteht und ob nicht die überschüssigen, dem Entoderm zugeführten Assimilationsproducte der Zooxanthellen zur Erhaltung der Meduse ausreichen. Mit Rücksicht auf diese Frage würden gewiss jüngere Cotylorhizen, die sich recht gut Monate lang in Aquarien halten, günstige Versuchsobjecte sein und wahrscheinlich die von K. Brandt[1]) durch Versuche mit Anthea cereus gewonnenen Ergebnisse im Wesentlichen bestätigen.

Von Rhizostoma war ich bislang nicht so glücklich, die schon seit Jahren gesuchten jüngsten Ephyren aufzufinden. Dagegen gelang es mir, eine $3^1/_2$ Mm. breite Jugendform anzutreffen, welche hinter dem bislang bekannten und bereits beschriebenen Stadium merklich zurücksteht und durch die geringe Entwicklung der bereits gespaltenen Velarlappen erkennen lässt, dass die letzteren nicht wie bei Cotylorhiza und Aurelia als unpaare zungenförmige Läppchen, sondern wie bei Discomedusa in paariger Zahl hervorwachsen. Das Ringgefäss ist bereits vollständig geschlossen, dagegen sind die mit Tentakelchen reich besetzten Mundarme noch einfach und ungespalten (Fig. 12). Wahrscheinlich verhalten sich die vorausgehenden bisher nicht beobachteten Ephyren mit denen von Cotylorhiza übereinstimmend.

[1]) K. Brandt, Ueber die morphologische und physiologische Bedeutung des Chlorophylls bei Thieren. Mittheilungen aus der zool. Station zu Neapel. IV. Band, Heft 2, 1883.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Ephyra von Cotylorhiza tuberculata (Cephea Wagneri, Cassiopea borbonica), von $1^3/_4$ Mm. Breite. Die Zeichnung ist mit Hilfe der Hartnack'schen Camera und Reichert's Obj. II. entworfen. Die obere Hälfte der Figur ist etwas höher eingestellt, so dass die Radialmuskeln sowie der Kranzmuskel auf Kosten der Gefässcanäle mehr hervortreten. In der unteren Hälfte sind die Gefässcanäle eingestellt.

Fig. 2. Endstück eines Ocularlappens mit den hellen Krystallen. Bei a fehlen die Zellconturen; bei b sind diese mit den eingelagerten Krystallen unter stärkerer Vergrösserung dargestellt.

Fig. 3. Eine etwas ältere Ephyra von $2^1/_4$ Mm. Durchmesser, schwächer vergrössert. Am Mundrohr treten schon Tentakeln auf. Ein Ringcanal ist noch nicht gebildet.

Fig. 4. Mundrohr dieses Ephyrastadiums stärker vergrössert. a das orale Ende von der Fläche gesehen, b das Mundrohr in ganzer Länge dargestellt, c das Endstück eines anderen Exemplars von der Fläche gesehen, Mundarme der Anlage nach erkennbar.

Fig. 5. Ephyra in einem weiter vorgeschrittenen Stadium von $2^1/_2$—3 Mm. Breite, mit vorwachsenden Velarlappen und bereits geschlossenem Ringgefäss. Die 4 einfachen Mundarme sind entfernt, damit die Filamentgruppen hervortreten.

Fig. 6. Zwei der vier noch einfachen Mundarme, stärker vergrössert.

Fig. 7. Ein Randkörper dieses Stadiums, stark vergrössert. OS Otolithensack, A Anschwellung, GS Gefässstrang.

Fig. 8. Ocularlappen mit den angrenzenden Velarlappen nebst zugehörigem Gefässabschnitt einer 3 Mm. breiten Larve. Ausser den Radiär- und Intermediär-Gefässen sind enge pararadiale Canäle vorhanden, welche die 16 Felder der Gefässlamelle der Länge nach theilen.

Fig. 9. Derselbe Scheibenabschnitt nebst zugehörigem Filamentknäuel (GF) einer 4 Mm. breiten Larve.

Fig. 10. Ein Armpaar derselben, stark vergrössert.

Fig. 11. Gefässramificationen nebst Ocularlappen einer 7 Mm. breiten Larve.

Fig. 11a. Zooxanthellen derselben, theilweise frei und in Theilung begriffen, einige von Entodermzellen umschlossen.

Fig. 12. Rhizostomalarve von $3^1/_2$ Mm. Durchmesser mit noch einfachen ungetheilten Mundarmen und geschlossenem Gefässring. Paarige Velarlappen sind zwischen den Ocularlappen vorgewachsen.

Morphologische Studien

über den

Harn- und Geschlechtsapparat sowie die Leibeshöhle

der

Cephalopoden.

Von

Dr. Carl Grobben,

Privatdocent an der Universität in Wien.

Seit der Zeit, wo die in folgenden Blättern mitzutheilenden Untersuchungen angestellt worden sind, ist ein Zeitraum von zwei Jahren verflossen. Wenn schon damals die hier zu behandelnden anatomischen Verhältnisse zum Theile gut beschrieben waren, und somit in dieser Hinsicht nicht viel Neues hätte geboten werden können, so hat sich seither durch später veröffentlichte Untersuchungen dieses Wenige noch verringert. Dies gilt in gleicher Weise für die Deutung und Zusammenordnung der anatomischen Befunde. Trotz dieser neueren Veröffentlichungen besteht jedoch noch immer in einigen Punkten grosse Unklarheit und eine unzureichende Kenntniss, sowie manche Angabe und Auffassung, der ich nach meinen Untersuchungen nicht beipflichten kann, und so möge damit mein Entschluss seine Begründung finden, dass ich den durch den Titel bezeichneten Gegenstand nochmals einer Erörterung unterziehe, die auch mit Rücksicht auf die Beurtheilung, welche in neuerer Zeit in dieser Hinsicht die Mollusken erfahren haben, nicht überflüssig sein dürfte, und welche zudem Veranlassung sein wird, die noch immer nicht klargestellten Verwandtschaftsbeziehungen der Cephalopoden zu besprechen.

Eine solche Erörterung kann nicht ohne eine nochmalige Aufführung auch der bereits bekannten anatomischen Thatsachen geschehen, welche stets unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Literatur und Beifügung des Neugefundenen in kurzer, besonders

mit Rücksicht auf die anzuknüpfenden Betrachtungen gegebener Darstellung diesen vorangehen sollen.

Da es sich mir bei der Aufnahme der vorliegenden Untersuchungen vor Allem um die Zusammenordnung der anatomischen Thatsachen handelte, beschränkte ich meine Untersuchungen auf je einen Vertreter der Dekapodiden und Octopodiden, und zwar auf die mir in Triest, wo ich an der k. k. zoologischen Station die Untersuchung begann und von wo ich auch später mit dem nöthigen Untersuchungsmaterial versehen wurde, am leichtesten in grösserer Menge zugänglichen Sepia officinalis und Eledone moschata, zwei Formen, welche, wie Brock's Erörterung zeigte, zugleich die Endglieder dieser beiden Dibranchiatenreihen repräsentiren.

Die Darstellung ist in nachstehende Abschnitte getheilt:

1. Der Harn- und Geschlechtsapparat, die secundäre Leibeshöhle und der sog. Kiemenherzanhang von Sepia officinalis.
2. Der Harn- und Geschlechtsapparat, die secundäre Leibeshöhle und der sog. Kiemenherzanhang von Eledone moschata.
3. Vergleichende Darstellung derselben Organe von Nautilus.
4. Vergleichende Darstellung der secundären Leibeshöhle bei den übrigen Mollusken.
5. Die Morphologie und die Verwandtschaftsverhältnisse der Cephalopoden.
6. Sind die Mollusken „Pseudocoelier"?

1. Der Harn- und Geschlechtsapparat, die secundäre Leibeshöhle und der sogenannte Kiemenherzanhang von Sepia officinalis.

Fast allgemein werden die Nieren der Cephalopoden im Anschlusse an die in den berühmten Abhandlungen über Mollusken gemachten Angaben Cuvier's[1]) als Anhänge der Venen, welche in grosse Bauchfelltaschen hineinragen, dargestellt, und vermochten dieser Auffassung gegenüber andere richtigere Darstellungen des Sachverhaltes nicht durchzudringen.

An der Richtigkeit der Cuvier'schen Darstellung festhaltend, suchte Harless[2]) den so eigenthümlichen Bau der Cephalopodenniere zu erklären. Nach Harless ist die Cephalopodenniere

[1]) G. Cuvier, Mémoires pour servir à l'histoire et à l'anatomie des Mollusques. Paris 1817. I. Mémoire sur les Cephalopodes et sur leur anatomie. pag. 18.

[2]) E. Harless, Ueber die Nieren der Sepia oder die sogenannten Venenanhänge. Arch. f. Naturg. XIII. Bd. 1847. pag. 5—6.

„einer umgestülpten Drüse zu vergleichen, d. h. die secernirende Fläche umgibt aussen die Gefässramificationen, denen das Secret seinen Ursprung verdankt, was bei den Nieren höherer Thiere gerade umgekehrt ist, wo ein im Inneren gelegener Ausführungsgang, der Nierenkelch, nothwendig wird."

So sehr dieser Erklärungsversuch durch das Bestreben, in die unverständlichen Verhältnisse dieses Organes Klarheit zu bringen, ausgezeichnet ist, so konnte derselbe die richtige Lösung nicht treffen, zu deren Erlangung weitere Untersuchungen nöthig waren.

Die richtige Auffassung der Cephalopodenniere finden wir bei Huxley[1]), der die Venenanhänge sammt den sogenannten Bauchfelltaschen, in welchen dieselben liegen, der Heteropodenniere („contractile sac") vergleicht: „The chambers of the venous appendages, then, in the Cephalopoda answer to a „contractile sac", in which the secreting power and the contractile faculty have become restricted and localized in a portion of the organ."

Ebenso vergleicht Hancock[2]) die Harnkammer mitsammt den Venenanhängen der Nudibranchiatenniere.

Dieselbe Auffassung scheint auch durch Gegenbaur[3]) vertreten zu sein, wie aus dessen sehr gedrängter Darstellung zu entnehmen ist, welche lautet: „Die Wandflächen dieser Gefässe (Kiemengefässstämme) müssen aber, soweit sie in die Säcke einragen, als der Wand der letzteren zugehörig betrachtet werden."

Griesbach[4]) vergleicht, viel zu weit gehend, den Sack, in welchem die sogenannten Venenanhänge eingeschlossen liegen, der Vorhöhle des Bojanus'schen Organes der Muscheln.

Endlich gebührt Bobretzky[5]) das Verdienst, entwickelungsgeschichtlich nachgewiesen zu haben, dass die Niere jederseits sich als ein Sack anlegt, dessen Beziehungen zu den Venen erst secundäre sind.

[1]) Th. H. Huxley, On the Morphology of the Cephalous Mollusca, as illustrated by the Anatomy of certain Heteropoda and Pteropoda collected during the Voyage of H. M. S. „Rattlesnake" in 1846—50. Phil. Transact. 1853. p. 62.

[2]) A. Hancock, On the Structure and Homologies of the Renal Organ in the Nudibranchiate Mollusca. Trans. Linn. Soc. vol. XXIV. 1864.

[3]) C. Gegenbaur, Grundriss der vergl. Anatomie. Leipzig 1874. pag. 376.

[4]) H. A. Griesbach, Ueber den Bau des Bojanus'schen Organes der Teichmuschel. Arch. f. Naturgesch. 43. Jahrg. 1877. p. 100.

[5]) N. W. Bobretzky, Untersuchungen über die Entwicklung der Cephalopoden. Nachrichten d. kais. Gesellsch. der Freunde der Naturerkenntniss, d. Anthropol. u. Ethnographie bei der Universität Moskau. Bd. XXIV. Hft. I. Moskau, 1877 (russisch). Obige Angabe aus H. v. Ihering: Ueber die Verwandtschafts-

Was die in neuerer Zeit erschienene Arbeit von Vigelius[1]) anbelangt, welche das Excretionssystem der Cephalopoden als Gegenstand specieller Forschung behandelt, so sind die Angaben, welche in manch' anderer Beziehung eine Erweiterung unserer Kenntnisse bezeichnen, gerade rücksichtlich der Auffassung der Venenanhänge wenig klar, und die Bezeichnung der die letzteren enthaltenden Bauchfelltaschen als „Harnsäcke" ist mehr in Rücksicht auf ihre Function gewählt, als dass damit ihre anatomische Zugehörigkeit zur Niere bezeichnet werden sollte.

Dass die sogenannten Bauchfelltaschen, in welchen die Venenanhänge eingeschlossen liegen, als integrirender Bestandtheil zur Niere gehören, geht ausser aus den bereits von Bobretzky gemachten Angaben über ihre Entwicklung auch aus dem anatomischen, resp. histologischen Studium dieses Organes hervor.

Damit bin ich bei der Auseinandersetzung der eigenen Beobachtungen angelangt, der ich nur voranschicken will, dass ich diejenige Körperseite, welche die Schulpe trägt, als „obere", die entgegengesetzte als „untere", ferner das Kopfende als „vorn", die Körperspitze als „hinten" bezeichne. Ich halte bei der Beschreibung diese Bezeichnung für die zweckmässigste, da mit derselben die Ausdrücke „dorsal" und „ventral" vermieden werden, die bei den Cephalopoden nach Leuckart's Orientirung, welche ich für die vollkommen zutreffende ansehe, für andere Körperpartien in Verwendung kommen.

Die Niere von Sepia (Taf. I, Fig. 1 und 3, ferner Taf. III, Fig. 27 N), die wir durch Vigelius genauer kennen lernten, besteht aus zwei symmetrisch gelagerten Säcken, welche an der Unterseite des Eingeweidesackes liegen, beim Männchen direct unter der Körperhaut, beim Weibchen von den accessorischen Drüsen des Genitalapparates bedeckt. Die beiden Nierensäcke sind in der Mittellinie mit einander durch Querbrücken verbunden. Deshalb jedoch bei Sepia von nur einem Harnsack reden zu wollen, wie Vigelius thut, erscheint mir mit Rücksicht auf die geringe Breite der Verbindungsgänge, vor Allem aber in Hinsicht auf den entwicklungsgeschichtlichen Nachweis, sowie auf die auch von Vigelius als wahrscheinlich hingestellte phylogenetische Ent-

beziehungen der Cephalopoden, Zeitschr. f. wiss. Zoolog. 35. Bd. 1881, pag. 6, entnommen.

[1]) W. J. Vigelius, Ueber das Excretionssystem der Cephalopoden. Niederl. Arch. f. Zoolog. Bd. V. H. 2. 1880.

wicklung nicht recht zulässig. Solche Verbindungsbrücken bestehen bei Sepia zwei; eine schmale an dem hinteren medialen Nierensackwinkel, eine zweite, breitere, vorn. Die vordere Verbindung beider Nierensäcke bleibt aber nicht einfach, sondern ist, wie bereits Vigelius angibt, zu einem grossen Sacke (N^1) ausgebuchtet, welcher sich oberhalb der unteren Nierensäcke unter der Leber und der Schulpe weit nach hinten ausbreitet. (Vergl. die schematisch gehaltene Fig. 33 auf Taf. III.) Dieser unpaare Nierensack besitzt eine ansehnliche Ausdehnung; er reicht nicht nur weiter nach hinten als die beiden unteren Nierensäcke, sondern ist gegen sein Hinterende auch breiter als diese letzteren. Jeder der unteren Nierensäcke mündet durch einen langen, rechts und links neben der Afterpapille gelegenen Ureter (U), dessen innere Wand längsgefaltet erscheint, nach aussen (Fig. 27).

Die Wand der Nierensäcke zeigt sich verschieden entwickelt. In den unteren Nierensäcken bleibt die untere Wand, sowie auch ein grosser Theil der oberen glatt, ist nur stellenweise ein wenig gefältelt; dagegen sind die oberhalb der an der oberen Nierenwand verlaufender Venen[1]) gelegenen Strecken der Nierensackwand vielfach zu traubigen Gebilden (Na) aus-, respective eingebuchtet. Diese Faltungen sind die sog. Venenanhänge, die glatten Wandtheile dagegen stellen den bisher gewöhnlich als Bauchfelltasche bezeichneten Theil des Harnorganes vor. Die Auffassung der glatten Nierenwand als Bauchfelltasche hat offenbar nur in der grossen Zartheit und dem festen Zusammenhang derselben mit der Körperhaut ihren Grund; in Folge beider Eigenschaften ist eine Trennung der Nierenwand von der Körperwand mit einiger Schwierigkeit verbunden und es erfolgt bei nur wenig aufmerksamer Präparation sehr leicht ein Einriss, in Folge dessen man sofort auf die sich vordrängenden Venenanhänge stösst.

In dem oberen unpaaren Nierensacke finden sich derartige Faltungen oberhalb der Venen an der unteren Wand in Fortsetzung der sog. Venenanhänge der beiden unteren Nierensäcke (Fig. 33). Wir beobachten aber in dem unpaaren Nierensack noch weitere traubige Gebilde (Fig. 33 Ga—Gp), welche lebhaft an die eben genannten Venenanhänge erinnern, sich jedoch von diesen, wie auch Vigelius hervorhebt, durch eine gestrecktere Form und grössere Länge unterscheiden. Genaueres Eingehen zeigt ferner, dass die sog. Venenanhänge auch viel mehr ein schwam-

[1]) Die Venen sind in der Abbildung und Tafelerklärung näher bezeichnet.

miges Aussehen zeigen, was seinen Grund darin hat, dass die Fältelung der Nierenwand oberhalb der Venen eine viel reichere und tiefergehende ist, während an der eben erwähnten zweiten Form von traubigen Anhängen die Wand nicht in so reicher Masse gefaltet erscheint. Diese zuletzt genannten Anhänge beginnen an der oberen Wand am vorderen Ende des unpaaren Harnsackes und laufen in zwei Reihen, sich alsbald an die untere Wand dieses Sackes begebend, an dieser bis zum Blindsack des Magens, den wir, gleichwie den Magen, ebenfalls in dem unpaaren Harnsacke gelagert finden. Das Ueberwandern dieser Anhänge von der oberen an die untere Wand erfolgt an einer stark vorspringenden Falte, welche sich am vorderen Ende der oberen Wand des unpaaren Nierensackes in der Mittellinie erhebt, sich alsbald rechterseits wendet und an der den Communicationsraum zwischen oberer und unterer Nierenabtheilung begrenzenden Wand auf die Unterseite des unpaaren Nierensackes gelangt. Mit Ausnahme der eben beschriebenen Faltungen bleiben alle übrigen Theile des unpaaren Nierensackes glatt, sind höchstens stellenweise ein wenig gefältelt.

Die eben beschriebenen traubigen Gebilde wurden bis jetzt einfach als Pancreas bezeichnet. Dies ist jedoch nur zum Theile richtig. Das Pancreas, wie die Ausstülpungen an den Gallengängen bei den Cephalopoden benannt werden, ist vielmehr in diesen traubigen Gebilden enthalten und bedingt auch die Form der letzteren; es liegt dasselbe jedoch, wie die Untersuchung zeigt und eine einfache Ueberlegung für selbstverständlich finden wird, nicht direct im Harnsacke, sondern blos in denselben hineingehängt, somit eigentlich ausserhalb desselben, d. h. überall von der es begleitenden Harnsackwand überzogen (vergl. Fig. 33). Demnach ist die Aehnlichkeit mit den sogenannten Venenanhängen eine blos äusserliche, nicht durch dasselbe Moment, durch die Venenverzweigung, bedingte, und nur die ähnliche Verzweigung der pancreatischen Anhänge des Gallenganges führt zu der grossen, auch bereits oft hervorgehobenen Aehnlichkeit mit den sog. Venenanhängen. In gleicher Weise wie das Pancreas liegen der Magen (M) und der Blindsack desselben eigentlich ausserhalb des Harnsackes, d. h. noch vom Harnsackepithel überzogen und ragen blos in den Harnsack hinein.

Ich habe dieses Verhältniss deshalb so ausführlich besprochen, weil dasselbe einen Punkt betrifft, der zu den unklarsten in der Cephalopodenanatomie gehört, obgleich die aussen die Pancreas-

anhänge bekleidenden Zellen, sowie die Uebereinstimmung derselben mit dem Epithel der Venenanhänge bereits von H. Müller[1]) angegeben wurden. Die Darstellung, welche Vigelius gibt, ist verfehlt, indem Vigelius immer wieder hervorhebt, dass diese Organe frei in die Harnblase hineinragen. Diese Darstellung hat Vigelius[2]) auch in seiner späteren, speciell über das Pancreas handelnden Publication beibehalten, obschon auch Vigelius das Nierenepithel über den Pancreasanhängen gesehen, allerdings als „äusseres Epithel" den Pancreasanhängen zugerechnet hat!

Was den histologischen Bau der Niere von Sepia anbelangt, so will ich mich ziemlich kurz fassen und mich hauptsächlich auf die Epithelien beschränken, deren Nachweis, wie bereits aus Vorigem hervorgeht, an einigen Stellen von Wichtigkeit erscheint.

Oberhalb der Venen, an den für die Excretion wichtigsten Abschnitten der Cephalopodenniere, den sog. Venenanhängen, ist die Wand der Niere vielfach gefaltet, welchen Faltungen Verästelungen der Venen folgen. Das Epithel besteht hier aus cylindrischen bis kubischen Zellen. Der Zellinhalt derselben ist grobkörnig und zeigt in dem unter dem grossen Kerne gelegenen, also der Zellbasis zugekehrten Theile eine Streifung, wie wir sie in den Zellen der Niere so häufig beobachten (Taf. II, Fig. 23). Diese Streifung welche auf eine strangförmige Anordnung der Protoplasmakörnchen zurückzuführen ist (sogenannte Stäbchenbildung), ist jedoch nicht an allen Stellen gleich deutlich ausgeprägt, indem sich an Stelle der Stäbchen zuweilen in Reihen angeordnete Körnchen finden (Fig. 20); ja mitunter fehlt die Streifung vollständig und ist auch in der zuletzt beschriebenen Form nicht mehr vorhanden. Die strangförmige Anordnung der Protoplasmakörnchen ist Folge des durch die Epithelzellen streichenden Excretionsstromes und die verschieden deutliche Entwicklung dieser Bildung ist darauf zurückzuführen, dass die Ausscheidung nicht an allen Theilen der Venenanhänge zur selben Zeit mit gleicher Lebhaftigkeit erfolgt, wie auch Solger's[3]) Versuche an Eledone moschata durch

[1]) Bericht über einige im Herbste 1852 in Messina angestellten vergl. anat. Untersuchungen von C. Gegenbaur, A. Kölliker und H. Müller. Zeitschr. f. wiss. Zoolog. Bd. IV, 1853, pag. 343.

[2]) W. J. Vigelius, Vergleichend-anatomische Untersuchungen über das sogenannte Pancreas der Cephalopoden. Naturk. Verh. der koninkl. Akademie. Deel XXII, 1881, pag. 3 und 7.

[3]) B. Solger, Zur Physiologie der sogenannten Venenanhänge der Cephalopoden. Zoolog. Anzeiger, 1881, Nr. 88.

subcutane Injection von indigschwefelsaurem Natron gezeigt haben. Umgekehrt kann zuweilen die Anordnung in Strängen eine noch weitere Entwicklung aufweisen, indem durch Aneinanderdrängen, oder wenn man will Verschmelzung der Stränge Plättchen entstehen. Einen solchen Fall habe ich in Fig. 9 auf Taf. I abgebildet. Diese Plättchen stehen senkrecht zur Zelloberfläche, und zwar mit den breiten Seiten stets parallel zu dem Kernumfange angeordnet. Man erkennt eine solche Structur nur in der Flächenansicht oder im optischen Querschnitte der Zellen, da im optischen Längsschnitte die Plättchenbildung als einfache Streifung erscheint, sich somit von der Strangbildung in dieser Ansicht nicht unterscheidet. [1])

Die Streifung des Zellinhaltes reicht nur von der Zellbasis bis zum Kern; zuweilen jedoch zeigt sich auch in dem oberhalb des Kernes gelegenen Theile des Zellleibes eine reihenweise Anordnung der hier gröberen Körnchen des Zellinhaltes. Hier finden sich überdies stark lichtbrechende kleinere und grössere Körnchen eingelagert, und zwar entweder unregelmässig zerstreut oder aber in einem Bogen über dem Kern angeordnet. Die Zellen sind von einer sehr ansehnlich dicken blassen Cuticularschichte überkleidet, welche eine senkrecht zur Oberfläche gerichtete Streifung aufweist, zuweilen wie aus lauter Stäbchen zusammengesetzt erscheint und demnach die bereits aus den Nieren anderer Thiere bekannte Stäbchencuticula wiederholt. Das Epithel sitzt, wie erwähnt, den Verzweigungen der Venen an, neben welchen Muskelbündel die Venenanhänge durchziehen. Ob letztere den Venen zuzurechnen sind, habe ich nicht weiter untersucht.

Dass das Epithel der sogenannten Venenanhänge ein mit einer Cuticula bekleidetes Cylinderepithel ist, hat schon Vigelius beobachtet, der Streifung jedoch keine Erwähnung gethan.

Gerade ein solches Epithel, wie die sog. Venenanhänge, überzieht aussen die Ausführungsgänge der Leber mit ihren als Pancreas bezeichneten Ausstülpungen (Fig. 20). Dieses Epithel wurde auch rücksichtlich seiner Uebereinstimmung mit dem Epithel der

[1]) Einen extremen Fall einer solchen Plättchenanordnung der Protoplasmakörnchen habe ich in dem als „Harncanälchen" unterschiedenen Abschnitte der Antennendrüse von Leucifer beobachtet, wo die Protoplasmakörnchen in grossen, parallel mit dem Kerncontour gestellten und rund um den Kern verlaufenden, senkrecht zur Zelloberfläche stehenden Platten angeordnet waren. Hier sind gleichsam die kleinen Plättchen, wie sie bei Sepia beschrieben wurden, noch weiter zu grossen Platten verschmolzen.

Venenanhänge, bereits von H. Müller erkannt, ferner von Vigelius als „äusseres Epithel" der Pancreasanhänge beschrieben.

Etwas verschieden gestaltet sich das Epithel der Niere in den glatten Theilen der Wand. Hier ist dasselbe viel flacher, in der Regel pflasterförmig (Fig. 25), ändert jedoch in der Höhe an den verschiedenen Stellen und dem wechselnden Contractionszustande der Niere entsprechend ab. Auch hier sind die Zellen von einer Cuticularschichte bekleidet, doch ist dieselbe, entsprechend der ansehnlichen Querausdehnung der Zellen, nicht sehr hoch. Zwischen die gewöhnlichen Epithelzellen finden sich Schleimzellen eingestreut, welche einzeln oder auch in Gruppen stehen. Diese sind bei geringer Höhe des Epithels, dem sie angehören, horizontal gelagert und unter die benachbarten Zellen geschoben, während der Endabschnitt derselben unter einem rechten Winkel gegen die Oberfläche der Wand umbiegt. Im frischen Zustande erscheinen die Schleimzellen von stark lichtbrechenden Körnchen erfüllt, welche auch den Kern verdecken, der nur an Präparaten deutlich hervortritt. Unterhalb des Epithels folgt Bindegewebe mit eingelagerten Muskelfasern, wie bereits Vigelius angibt, darauf an der unteren Wand der unteren Nierensäcke eine kräftige Muskulatur, welche ich noch der Nierenwand zurechnen möchte, obgleich dieselbe von der Muskelschichte der enganliegenden Haut schwer zu trennen ist.

Was die gewebliche Zusammensetzung des Ureters anbelangt, so finden wir die vielfach längsgefaltete Wand desselben von einem Cylinderepithel ausgekleidet, dessen Zellen sehr dicht stehen, so dass die Kerne in mehreren Reihen über einander zu liegen kommen. Auch Schleimzellen finden sich vor. Auf die Epithelschichte folgt lockeres Bindegewebe, in welchem zu innerst Längsmuskelfasern, nach aussen Ringmuskelfasern eingelagert sind; über den Ringmuskeln nochmals eine Schichte Bindegewebe und darauf das Epithel der Haut.

Gegen den Harnsack hin nehmen die Schleimzellen rasch an Menge zu, so dass das Epithel, welches weiter gegen den Harnsack immer mehr den Charakter des später zu beschreibenden Ureterepithels gewinnt, an Querschnitten wabenartig durchbrochen erscheint. In der Nähe der am hinteren Ende des Ureters sich erhebenden Papille wird die Ureterwand von zwei verschiedenen Epithelien bekleidet. Das eine bewahrt den Charakter des bereits beschriebenen Ureterepithels mit zahlreichen eingestreuten Schleimzellen und weist nur darin einen Unterschied auf, dass jene Zellen, welche nicht

Schleimzellen sind, Wimpern tragen (Fig. 11). Diese Epithelform nimmt nur einen kleinen Theil der Ureterwand, und zwar denjenigen, welcher die erwähnte Papille von aussen bekleidet, ein. Der übrige Theil des Ureters wird von einer zweiten Epithelform ausgekleidet, die aus cylindrischen Zellen mit grobkörnigem Inhalte besteht, welche an der Oberfläche von einer Cuticularschichte überdeckt werden (Taf. I, Fig. 8). Auch hier stehen die Zellen oft so dicht, dass die Kerne in mehrfachen Lagen übereinander liegen. In der Tiefe sind noch weitere Kerne zu beobachten, welche kleiner als die Kerne der die Oberfläche begrenzenden Zellen sind. Dieselben gehören tiefer liegenden Zellen an, welche wahrscheinlich den Ersatz der ausfallenden Epithelzellen besorgen. Diese Kerne sind nicht nur kleiner, sondern färben sich auch etwas dunkler; überdies sind ihre Inhaltskörper von geringerer Grösse als die der grossen Kerne. In dieses Epithel, welches den Charakter des Harnsackepithels trägt, sind nur spärlich Schleimzellen eingelagert. Unterhalb der erwähnten Papille wird der Ureter überall von der letzteren Epithelform bekleidet, welche dann in das Epithel des Harnsackes übergeht.

Der histologische Bau des Ureters wurde von Vigelius[1]) beschrieben. Doch hat Vigelius nur eine Epithelform angegeben, und zwar, wie ich glaube, diejenige, welche sich in dem Eingangsabschnitte des Ureters findet. Ich schliesse dies auch aus der beigegebenen Abbildung, welche einen Querschnitt des Ureters darstellt, der nur dem Eingangsabschnitte desselben entnommen sein kann. Dass Muskelfasern, und zwar longitudinale und circuläre, in der Wand vorhanden sind, hat Vigelius gleichfalls beobachtet, jedoch des Bindegewebes keine Erwähnung gethan.

Am inneren, hinteren Ende des Ureters, da, wo derselbe in den Harnsack übergeht, findet sich an der oberen Wand mehr lateralwärts eine Papille, deren Oberfläche zahlreiche Wülste besitzt, welche sich eine kurze Strecke über die Papille hinaus an der Harnsackwand fortsetzen (Taf. III, Fig. 27 W). An der Spitze dieser Papille liegt eine Oeffnung, die in eine später genauer zu beschreibende geräumige Höhle führt. Diese Verhältnisse wurden von Krohn[2]) bei Eledone und Octopus entdeckt, dann von H. Müller[3]) für die Loliginen und Octopoden,

[1]) Vigelius, Ueber das Excretionssystem der Cephalopoden, pag. 130—131.

[2]) A. Krohn, Ueber das wasserführende System einiger Cephalopoden. Arch. f. Anatomie und Physiol. v. Müller. Jahrg. 1839, pag. 353.

[3]) H. Müller, a. a. O., pag. 340.

von Hancock[1]) in der unten citirten trefflichen Abhandlung für Octopodiden und zahlreiche Dekapodiden, auch Sepia officinalis beschrieben, später von Brock[2]) der Vergessenheit entrissen und von Vigelius[3]) nochmals bestätigt.

Meine eigenen Untersuchungen bestätigen die Angaben der vorhergenannten Forscher zum weitaus grössten Theile und weisen nur in einigen, später näher bezeichneten Punkten Abweichungen auf.

Jede solche Oeffnung an der Papille nun führt zunächst in einen weiten, sich nach hinten verbreiternden Canal (Taf. I, Fig. 2 Lk) und dieser in einen grossen Raum, welcher sich quer durch die ganze Breite des Körpers zwischen den unteren Nierensäcken und dem oberen grossen Nierensack erstreckt (Fig. 33). In diesem Raume finden wir das Herz, an die Wände mittelst der beiden Kiemenvenen, der Aorten und der Arteria genitalis befestigt. Derselbe steht mit weiteren Räumen im Zusammenhang; rechts und links mit je einer kleinen Aussackung, in der das Kiemenherz (Kh) mit seinem Anhang (Pd) gelegen ist, nach hinten mit einer grossen, bis an die Spitze des Eingeweidesackes reichenden Höhle (Cs), in welcher der Magen und die Genitalorgane angetroffen werden. Diese drei zuletzt genannten Räume sind von dem vorderen, das Herz aufnehmenden durch eine Querfalte (Qf) unvollkommen geschieden, welche sic han der unteren diese Höhle begrenzenden Wand etwa in der Höhe des hinteren Verbindungsganges der beiden unteren Nierensäcke erhebt (Fig. 33), quer nach rechts und links ein Stück an der unteren Wand verläuft, dann aber sich längs der Seitenwand in bogenförmigem Verlaufe beiderseits nach vorn auf die obere Begrenzungswand dieser Höhle begibt und hier endet (Fig. 2).

Die eben beschriebene Höhle ist von Vigelius als Visceropericardialhöhle bezeichnet worden. Sie wurde im Allgemeinen in ihrem morphologischen Werthe von den meisten Forschern richtig erkannt. Am klarsten jedoch sind die Angaben Bobretzky's. Bobretzky[4]) „unterscheidet beim Embryo (der Cephalopoden) eine besondere

[1]) A. Hancock, On Certain Points in the Anatomy and Physiology of the Dibranchiate Cephalopoda. The Natural History Review. 1861, pag. 473.

[2]) J. Brock, Ueber die Geschlechtsorgane der Cephalopoden. Erster Beitrag. Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. XXXII, 1879.

[3]) Vigelius, Ueber das Excretionssystem der Cephalopoden etc.

[4]) Bobretzky, a. a. O. aus: Hofmann und Schwalbe, Jahresberichte über d. Fortschritte d. Anatomie u. Physiologie. VII. Bd. Leipzig 1879, pag. 159 citirt.

von der allgemeinen Leibeshöhle gesonderte, die Organe einschliessende Bauchhöhle, welche sich mit der Peritonealhöhle der höheren Thiere vergleichen lässt". Bobretzky hat auch das diese Eingeweidehöhle auskleidende Epithel gesehen, wie aus der Fig. 83 auf Taf. IX hervorgeht. Wir wollen diese Höhle als „secundäre Leibeshöhle" bezeichnen, aus Gründen, welche später auseinandergesetzt werden.

Es muss hier sogleich hervorgehoben werden, dass alle Organe, die wir in dieser Höhle gefunden haben — vor der Hand von den später speciell zu besprechenden Geschlechtsdrüsen abgesehen — also Herz, Kiemenherz mit Anhang und Magen von einem Epithel überzogen sind, welches in gleicher Weise die übrigen Theile der secundären Leibeshöhle auskleidet (Fig. 33). Es besteht demnach ein gleiches Verhältniss wie bei den Vertebraten, indem die Organe in der Leibeshöhle an Falten des Peritoneums aufgehängt sind, oder aber vom Bauchfell überkleidet in die Leibeshöhle vorspringen. Schon Hancock[1]) schreibt in dem oben citirten trefflichen Aufsatze: „All these organs (die im Leibesraum angetroffen werden) are covered with the membrane forming the wall of the chamber, which is reflected over them in the manner of a peritoneum."

Eine besondere Besprechung verdienen die Geschlechtsorgane, und zwar bloss die Keimdrüsen.

Das Ovarium (Fig. 1 und Fig. 33 Ov) bildet einen Wulst längs der Arteria genitalis, von dem die heranreifenden Eier, einzeln an Stielen befestigt, in die secundäre Leibeshöhle hineinhängen. Die reifen Eier fallen nach dem Platzen ihres Follikels in die secundäre Leibeshöhle und werden durch den mit selbstständiger Oeffnung am hinteren Ende der letzteren mit weiter Mündung (J) beginnenden Eileiter (Od) aus derselben aufgenommen. Diese Verhältnisse sind bereits bekannt und zuletzt von Brock ausführlich geschildert worden. Ich stimme mit Brock nur hinsichtlich der Lage der inneren Oviductmündung nicht überein. Nach Brock[2]) „nimmt" der Oviduct „von der obersten linken Ecke der Eierstockskapsel — seinen Ursprung". Das ist jedoch, wie ich mich überzeugte, nur bei noch unentwickelten Genitalorganen der Fall. Bei voll entwickelten fand ich den mit Eiern gefüllten Oviduct stets weit nach hinten reichend und die innere Mündung desselben am hinteren Ende der sog. Ovarialkapsel.

[1]) Hancock, On certain Points etc. pag. 474; vergl. auch pag. 475.
[2]) Brock, l. c. pag. 75—76.

Brock's Angabe scheint durch eine Laesion des Eileiters veranlasst zu sein, wie ich aus folgender Stelle entnehme, wo es heisst: „Ist der Eileiter mit Eiern gefüllt, so sind seine Wände in seinem ganzen Verlauf sehr dünnhäutig und die Eierstocksmündung zu einem enormen Sack ausgedehnt." Dasselbe geht auch aus der Fig. 19 auf Taf. II hervor. Eine so ausserordentliche Erweiterung der inneren Oviductmündung fand ich nie, selbst nicht bei noch so sehr gefüllten Oviducten; der Oviduct hatte stets das von mir auf Taf. I, Fig. 1 abgebildete Aussehen. Doch tritt eine Laesion bei starker Füllung des Oviductes sehr leicht ein, wodurch man dann Bilder, wie das von Brock wiedergegebene, erhält.

Was die männliche Keimdrüse (Fig. 3 H) anbelangt, so kann ich, was ihre Lagebeziehungen zum Bauchfell betrifft, den bisherigen Angaben nicht beistimmen. Nach Brock[1]) wäre „die ursprüngliche Genitalkapsel — bei Sepia durch eine Scheidewand in zwei Kammern getheilt, von denen die untere den Hoden beherbergt, während die obere nur der Ueberleitung des Sperma's dient". Brock bezeichnet deshalb auch diese obere Kammer, die nach ihm nur ein Theil der ursprünglichen Genitalkapsel ist, als „secundäre Genitalkapsel". Mit seiner eigentlichen Kapsel soll jedoch der Hoden vollständig verwachsen sein. Dieser Ansicht tritt auch Vigelius[2]) bei.

Der Hoden liegt jedoch, wie meine Untersuchungen ergaben, nicht in einer besonderen, durch die Entwicklung einer Querscheidewand von der ursprünglichen Genitalkapsel abgeschnürten Kapsel, sondern vollständig retroperitoneal (in der Fig. 3 durch die Färbung des Peritonealüberzuges ersichtlich). Der Hoden hat sich im Gegensatz zum Ovarium nicht über die Fläche des Peritoneums erhoben, sondern unter dem Peritoneum ausgedehnt. Seine Oeffnung (H O) durchbohrt somit nicht eine Scheidewand, sondern bloss den einfachen Peritonealüberzug, welcher den Hoden nur an seiner unteren Seite bekleidet, am hinteren und den seitlichen Rändern desselben aber in die untere Wand der secundären Leibeshöhle umbiegt. Man kann sich von diesem Verhalten des Peritoneums sehr leicht an Querschnitten überzeugen. Es ist somit nicht möglich von einer secundären Genitalkapsel zu reden, da der mit diesem Namen bezeichnete Raum geradezu der Ovarialkapsel entspricht.

[1]) Brock, a. a. O. pag. 12, ferner vergleiche dessen Fig. 39 A auf Taf. IV.
[2]) Vigelius, Ueber das Excretionssystem der Cephalopoden, pag. 127.

Auch das Vas deferens beginnt in der sog. Hodenkapsel mit selbstständiger Mündung (J). Indessen scheint mir bei entwickeltem Genitalapparat ein enger Anschluss zwischen innerer Vas deferens-Mündung und der Mündung des Hodens zu bestehen, indem sich an das innere Ende des Vas deferens, welches papillenförmig vorspringt, eine Falte des Peritoneums anschliesst, welche einen halbkreisförmigen Verlauf nimmt und rücksichtlich ihrer Ausdehnung mit der Hodenöffnung in Uebereinstimmnng steht (Fig. 3). Auf diese Weise würde trotz Trennung der beiden Mündungen eine directe Ueberleitung des Sperma's stattfinden.

Auf eine Beschreibung der ausführenden Apparate will ich mich hier ebensowenig als beim weiblichen Genitalapparat einlassen, weil bereits Bekanntes wiederholt werden müsste.

Es muss jedoch hier noch eines Raumes gedacht werden, mit welchem nach der Entdeckung Brock's [1]) das Vas deferens durch eine zweite innere Oeffnung in Verbindung steht. (Fig. 3, Pt.) Es geht nämlich von dem als Vas efferens unterschiedenen Theile des Samenleiters an dessen Beginn eine schmale Röhre ab, welche durch die eben erwähnte Oeffnung in einen weiten Sack führt, in welchem dieser Theil des Samenleiters gelegen ist und der von Brock gleichfalls als „Bauchfellstasche" bezeichnet wird.

Meine Untersuchungen überzeugten mich von der Richtigkeit der Brock'schen Angaben, nur dürfte eine nochmalige Darstellung rücksichtlich der Ausdehnung dieses Sackes, der auch von Brock [2]) beschrieben wurde, nicht überflüssig erscheinen.

Man gelangt in diesen Sack am besten, indem man an dem in die Mantelhöhle hineinragenden Endtheil des Samenleiters in der Nähe der Kiemenwurzel oberflächlich einschneidet. Man eröffnet damit den engen vorderen Theil desselben, der von dieser Stelle nur eine kurze Strecke nach vorn verläuft und dort, sich zuspitzend, blind endigt, nach hinten aber sich ansehnlich erweitert und in dieser Erweiterung die Vesicula seminalis, Prostata, sowie den zwischen beiden gelegenen mit jener Mündung versehenen Canal aufnimmt. Alle diese Theile des Vas deferens liegen an einer, von der oberen Wand des Sackes entspringenden Falte, gerade wie das Herz und der Magen in der secundären Leibeshöhle, aufgehängt. Von dem vorderen engen Sackabschnitte geht vor dessen Uebergang in die die Vesicula etc. aufnehmende Erweiterung

[1]) Brock, a. a. O. pag. 19.

[2]) Vergl. die Beschreibung bei Brock a. a. O. pag. 16.

ein Nebensack ab, welcher sich in engem Anschlusse von der Oberseite der Needham'schen Tasche herum auf die Unterseite der letzteren in einer Spirale herumdreht, und mit seinem Ende nahe an das hintere Ende des früher beschriebenen, die Vesicula etc. aufnehmenden Sackabschnittes heranreicht. An seiner Communicationsöffnung ist derselbe von diesem letzteren durch eine kleine nach vorn gerichtete vorspringende Falte getrennt. Dieser Nebensack ist anfänglich mässig breit, erweitert sich jedoch am Ende ein wenig.

Der eben beschriebene Raum ist, wie ich mich durch Einblasen von Luft überzeugte, ausser seiner Communication mit dem Vas deferens durch den vom Vas efferens entspringenden Canal, blind geschlossen.

Was nun die morphologische Bedeutung dieses Sackes anbelangt, so liefert uns zur Auffindung desselben ein Vorkommen unter den Cephalopoden einen Anhaltspunkt. Brock[1]) hat beim Männchen von Philonexis Carenae ein zweites Vas deferens beschrieben, welches in der Hodenkapsel mit einer Oeffnung beginnt und vor der Einmündungsstelle der Prostata mit dem eigentlichen Vas deferens in Verbindung tritt.[2]) Dieses zweite Vas deferens von Philonexis Carenae vergleiche ich mit dem vom Vas efferens entspringenden Canälchen bei Sepia und halte beide für homolog. Daraus folgt weiter, dass der allseits geschlossene Sack, in welchen bei Sepia die zweite Oeffnung des Vas deferens einführt, der Genitalkapsel bei Philonexis Carenae zu vergleichen, d. i. der secundären Leibeshöhle, zuzurechnen ist. Und zwar muss derselbe als ein von der Hodenkapsel vollständig abgeschnürter Theil der secundären Leibeshöhle aufgefasst werden. Vorausgreifend der später erst zu gebenden histologischen Beschreibung des Peritoneums, will ich hier nur noch zur Bekräftigung meines Vergleiches anführen, dass dieser Sack bei Sepia von einem Epithel ausgekleidet ist, welches sehr lebhaft an jenes das Herz überkleidende Peritonealepithel erinnert. Die Entwickelungsgeschichte und eine auf diesen Punkt gerichtete ausgedehnte vergleichend-

[1]) J. Brock, Zur Anatomie und Systematik der Cephalopoden. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. XXXVI. 1882. pag. 570 u. ff.

[2]) H. v. Ihering hat die von W. Keferstein (in: Beiträge zur Anatomie des Nautilus Pompilius. Nachrichten d. kgl. Gesellsch. d. Wissensch. zu Göttingen. Nr. 14. 1865) bei Nautilus mit ov'' bezeichnete Oeffnung des Eileiters mit der zweiten Oeffnung des Vas deferens bei Sepia verglichen. Diesen Vergleich halte ich für unstatthaft, da diese Oeffnung bei Nautilus nach Keferstein's Darstellung der normal vorkommenden inneren Oviductöffnung entspricht und nicht einer zweiten Oeffnung des Eileiters.

anatomische Untersuchung müssen die Frage über die Bedeutung dieses Raumes erst endgiltig entscheiden.

Die secundäre Leibeshöhle ist überall von einem Epithel bekleidet, welches jedoch an den verschiedenen Stellen einen differenten Charakter trägt. Beginnen wir mit der Oeffnung der beiden Leibeshöhlencanäle in der am hinteren Ende des Ureters befindlichen Papille. Die Aussenseite der Papille ist, wie bereits bei der histologischen Beschreibung des Ureters erwähnt wurde, von einem sehr hohen, mit zahlreichen Schleimzellen durchsetzten Epithel bekleidet, dessen Zellen Wimpern tragen. Die Innenseite der Papille dagegen, also der Anfang des Leibeshöhlencanals, dessen Wand gleichfalls in Falten erhoben ist, trägt ein Epithel, das zwar ebenfalls aus Cylinderzellen besteht, jedoch nie die ansehnliche Höhe des aussen die Papille bekleidenden Epithels erreicht und Schleimzellen nur sehr spärlich enthält (Taf. II, Fig. 12). Die Zellen tragen Wimpern, welche länger und kräftiger als die der äusseren Epithelbekleidung der Papille sind. Dasselbe Epithel kleidet den neben der Niere verlaufenden Längscanal aus und zeigt hier nur insofern einen Unterschied, als die Schleimzellen etwas häufiger vorkommen (Taf. II, Fig. 10). Denselben Charakter bewahrt auch das Epithel an der oberen Wand des Pericardialraumes, nur dass Schleimzellen noch reichlicher auftreten. Die Wimperung des Leibeshöhlenepithels findet sich an der oberen Wand stellenweise noch über und in der Höhe der Genitalgefässe, doch zeigen grössere Strecken keine Wimperung mehr. Auch fand ich sonst an keiner der von mir untersuchten Stellen Schleimzellen im Epithel vor (Fig. 17), deren Vorkommen somit in dem Pericardialraum aufhört. Die Wimperung tritt gegen die Oeffnung des Hodens zu wieder auf. Was die untere Wand der sog. Hodenkapsel anbelangt, so fehlt hier die Wimperung in dem grössten Theile und kommt nur im Umkreis der inneren Oeffnung des Vas deferens vor. Beim Weibchen dagegen fand ich die untere Wand der sog. Ovarialkapsel wimpernd. Das Epithel war hier ein niedriges Cylinderepithel, welches kürzere Wimpern trug als ich sie von der Hodenkapsel abgebildet habe. Ob auch der Ovarialüberzug wimpert, kann ich nicht mit Bestimmtheit angeben; doch fand ich ihn einmal wimpernd. Ein stets unbewimpertes kubisches oder pflasterförmiges Epithel bildet die Peritonealbekleidung des Magens, des Herzens (Fig. 18), der das Kiemenherz und seinen Anhang aufnehmenden Kapsel, des Kiemenherzens und des Kiemenherzanhanges (Fig. 21 Lep), des hinteren Ab-

schnittes des oberen Nierensackes, sowie die der unteren Nierensäcke, ferner der Querfalte, durch welche der Pericardialraum von der Genitalkapsel geschieden wird. Der Zellinhalt dieser Form des Leibeshöhlenepithels zeigt zuweilen in dem unterhalb des Kernes gelegenen Theile eine schwache Streifung, ganz ähnlich jener, wie selbe in den Zellen der Niere so häufig beobachtet wird. Eine solche Streifung findet sich am Peritonealüberzuge des Herzens, Magens, Kiemenherzens und Kiemenherzanhanges. An der freien Fläche werden die Zellen von einer Cuticularschichte überdeckt.

Es bleibt nur noch übrig, den Epithelüberzug des das Vas deferens umgebenden Sackes zu beschreiben; dass hier ein solcher vorhanden ist, wurde bereits früher erwähnt. Das Epithel besteht aus kubischen oder pflasterförmigen Zellen und ähnelt sehr der zuletzt beschriebenen Form des Peritonealüberzuges, wie er sich z. B. am Herzen findet. Flimmerung fand ich nirgends. Ob sich nicht etwa Schleimzellen zerstreut vorfinden, vermochte ich nicht mit Sicherheit festzustellen, da ich nur conservirte Exemplare auf diesen Punkt hin untersuchte.

Die epitheliale Auskleidung der secundären Leibeshöhle wurde bisher wenig beachtet, die Ausdehnung, sowie Beschaffenheit derselben nicht näher beschrieben. Dass der Nachweis derselben zuweilen von Werth ist, dürfte bereits aus dem oben Auseinandergesetzten hervorgegangen sein. Was die bisherigen Kenntnisse über das Leibesepithel betrifft, so beschränken sich dieselben auf die kurzen Angaben von H. Müller und Brock. Müller[1]) berichtet: „Ein Flimmerepithel setzt sich aus der Genitalkapsel bis an diese Oeffnung nach der Seitenzelle, aber nicht in diese selbst fort. Auch der Kiemenherzanhang, welcher in der flimmernden Höhle liegt, flimmert nicht an seiner Oberfläche, ebensowenig als Hoden und Eierstock, obschon die Flimmerung über den ganzen freien Theil ihrer Kapsel ausgebreitet ist.“ Müller's Angaben stimmen somit rücksichtlich der Bewimperung des Hodens, der unteren Hodenkapselwand, sowie der Tasche für den Kiemenherzanhang, welche ich unbewimpert fand, mit meinen Beobachtungen nicht überein.

Brock[2]) gibt als Auskleidung der sog. Hodenkapsel ein einschichtiges, sehr zartes Flimmerepithel an, und hält die Flimmerung für wahrscheinlich auch in den Längscanälen der Leibeshöhle vorhanden; ferner als Auskleidung der Ovarialkapsel ein kubisch-

[1]) H. Müller, l. c. pag 341.

[2]) Brock, a. a. O., pag. 25, 31, 77.

cylindrisches Flimmerepithel, welches er auf dem Eierstock selbst vermisste und hierin Müller's Angabe bestätigt. Brock lässt auch den das Vas deferens umgebenden Sack von einem Flimmerepithel ausgekleidet sein, „welches genau dem der secundären Hodenkapsel gleicht". Letzteres kann ich nicht bestätigen, indem ich die Wimperung stets vermisste. Ich habe zwar nur conservirte Exemplare rücksichtlich der Auskleidung des zuletzt erwähnten Sackes untersucht, doch waren die Wimpern an den Organen, wo solche sich bekanntlich finden, sehr gut erhalten, so dass an einen Verlust der Wimpern an den Zellen dieses Sackes kaum zu denken ist.

Ehe ich zur Anführung der Gründe übergehe, aus welchen ich die Bezeichnung der eben besprochenen Höhle als secundärer Leibeshöhle gewählt habe, will ich vorerst noch den Bau des Kiemenherzanhanges besprechen, über den nur sehr unzureichende Beobachtungen vorliegen. Die beste Beschreibung dieses Organes stammt von Hancock[1]), welcher die Form und den Bau, letzteren soweit es nicht die mikroskopische Untersuchung betrifft, treffend beschrieb. Nach Hancock steht das vielfach gefaltete Innere des mittelst kurzen Stieles an dem Kiemenherzen befestigten Anhanges durch eine der Anheftungsstelle gegenüberliegende Oeffnung mit der Höhle in Communication, in welcher der Anhang darin liegt, communicirt jedoch nicht mit dem Kiemenherzen, von dem nur Gefässe in die Wand des Anhanges eintreten; die innere Oberfläche des Anhanges wird von einer Membran bekleidet, welche „is seen to be covered with minute, obtuse, cylindrical papillae, filled with very small granular cells". Den Angaben Hancock's gegenüber ist die zweite von Vigelius[2]) herrührende Darstellung der Kiemenherzanhänge, „dass sie Verzweigungssysteme der sie tragenden Organe darstellen", eine äusserst mangelhafte.

Der Kiemenherzanhang (P d) ist, wie schon Hancock angab, ein mittelst eines kurzen dünnen Stieles dem Kiemenherzen anhängendes Gebilde von drüsigem Aussehen (Fig. 1, 2 und 3). Er ist von gelblich-weisser Farbe. Seine Form ist beiläufig die eines Kegels (Fig. 4 und 5), die Oberfläche glatt, mit nur wenig tiefen Einbuchtungen versehen. An der der Befestigungsstelle des Anhanges entgegengesetzten Spitze des Kegels dagegen findet sich eine tiefe Spalte, deren Wände steil abfallen. Diese Spalte führt in ein

[1]) Hancock, On certain points in the Anat. and Phys. of the Dibranch. Cephalopoda, pag. 480.

[2]) Vigelius, Excretionssystem der Cephalopoden, pag. 169

reichverzweigtes System von Gängen. Mit Hilfe von Schnitten überzeugt man sich alsbald, dass der Kiemenherzanhang ein vom Peritoneum gebildetes drüsiges Gebilde ist. Man beobachtet, wie das Leibeshöhlenepithel, welches den Kiemenherzanhang aussen überzieht, sich in die Spalte hinein fortsetzt und weiter an dem unteren Rande der dieselbe begrenzenden Wände in die Epithelauskleidung des Kiemenherzanhanges übergeht. Die innere Wand des Kiemenherzanhanges macht vielfache äusserst complicirte Faltungen, welche weit in das Lumen vorspringen, wie dies einigermassen aus dem schematisch gehaltenen Längsschnitte (Fig. 32 auf Taf. III) ersichtlich ist. Auf diese Art entstehen zahlreiche Hohlräume, die an der Peripherie in kleinen Blindsäckchen enden. Diese Blindsäckchen verhalten sich auch histologisch von den übrigen Theilen des Kiemenherzanhanges verschieden, was in der angeführten schematischen Figur gleichfalls angegeben wurde. Eine Ausnahme davon macht nur derjenige Theil der Wand, welcher gerade über dem Kiemenherzen liegt, indem ich hier die Blindsäckchen mit differentem Epithel vermisste. Das den Kiemenherzanhang auskleidende Epithel stimmt — ausgenommen jenes der Blindsäckchen — im grossen Ganzen mit dem anstossenden Peritonealepithel überein, unterscheidet sich von demselben jedoch durch die Höhe seiner Zellen. Es ist überall ein Cylinderepithel, welches an der Oberfläche von einer dicken streifigen Cuticularschichte überdeckt wird (Taf. II, Fig. 19). Diese Streifung der Cuticularschichte ist am lebenden Gewebe oft nicht deutlich sichtbar. An Präparaten dagegen erfolgt zuweilen ein förmlicher Zerfall der Cuticularschichte in Stäbchen, so dass sogar das Bild einer Bewimperung der Zellen vorgetäuscht wird. Die Zellgrenzen sind am frischen Epithel nicht zu sehen, zum grössten Theile in Folge der starken Streifung, welche der Zellinhalt in dem unteren Theile der Zelle aufweist. Niemals sah ich die Streifung so deutlich und in solcher Ausdehnung wie in diesen Zellen. Dieselbe reicht bis in die Höhe des Kernes, ein Verhalten, das sich in gleicher Weise in allen Fällen, wo solche Streifungen vorkommen, wiederholt. Der oberhalb des dem oberen Zellende näher gelegenen Kernes befindliche Theil des Zellinhaltes ist körnig und enthält gröbere, stärker das Licht brechende Körnchen. In den blinden Endsäckchen dagegen sieht das Epithel verschieden von dem eben beschriebenen aus (Taf. II, Fig. 21). Hier ist dasselbe zwar gleichfalls ein Cylinderepithel, dessen Zellen jedoch grösser sind, mit ihrem oberen Ende häufig kuppenförmig gegen das

Lumen vorspringen, einen blassen ziemlich feinkörnigen Zellinhalt, in welchem niemals eine Streifung zu beobachten ist, besitzen, und der Cuticularbekleidung entbehren Das Epithel sitzt einem Bindegewebe auf, welches zahlreiche, mit dem Kiemenherzen zusammenhängende Bluträume umschliesst. In demselben finden sich auch Muskelfasern (Ms) eingelagert. Bedeutendere in die Augen fallende Contractionen habe ich an dem Kiemenherzanhange nicht beobachten können.

Schwieriger als der Bau, welchem nach sich der Kiemenherzanhang als eine drüsige Differenzirung des Leibeshöhlenepithels erweist, ist die Function dieses Organes festzustellen.

Hancock[1]) fasst den Kiemenherzanhang als ein rudimentäres Lymphgefässsystem auf: „I would suggest, then, that we see in these cardiac appendages an apparatus for the return to the system of the extravasated lymph that may have escaped into the genital chamber, and that consequently we have here a rudimentary form of the lymphatic system.“ Vigelius[2]) dagegen betrachtet den Kiemenherzanhang als rudimentäres Organ, welches früher vielleicht die Bedeutung eines Excretionsorganes besessen, mit zunehmender Entwicklung der Venenanhänge jedoch diese Bedeutung verloren hat.

Ich halte die Ansicht von der Function des Kiemenherzanhanges als eines Excretionsorganes für die richtige. Dafür sprechen der drüsige Bau, sowie die strangförmige, als Streifung erscheinende Anordnung des Zellinhaltes in den Zellen der Wand — mit einziger Ausnahme der Zellen in den Blindsäckchen. Die Streifung weist auf das Vorhandensein eines lebhaften Stromes von Flüssigkeit hin, welcher durch die Zellen, und zwar von ihrer Basis in die Leibeshöhle hinein streicht. Diesen letzteren Punkt halte ich für die Entscheidung der Frage über die excretorische Function des Kiemenherzanhanges für wichtig und finde die Stütze zum Beweise desselben in der gleichen Anordnung des Zellinhaltes in den Zellen der Harncanälchen.

Ist somit die excretorische Function des Kiemenherzanhanges im höchsten Grade wahrscheinlich gemacht und steht dieselbe auch der Nierenfunction am nächsten, so möchte ich sie doch nicht als Harnabscheidung bezeichnen wollen, sondern vor Allem als

[1]) Hancock, On certain points in the Anat. and Phys. of the Dibranch. Cephalopoda, pag. 481—482.

[2]) Vigelius, a. a. O., p. 169—170.

Wasserabscheidung, wobei aber gewiss im Wasser leicht lösliche Substanzen mit ausgeführt werden.

Dass dieses Organ, wie Vigelius der Ansicht ist, nicht mehr auf einer früher besessenen Höhe steht und als rudimentär zu bezeichnen ist, ist immerhin eine Möglichkeit. Doch halte ich bei dem Mangel jeglichen Vergleichspunktes, der hier einen Anhalt böte, eine sichere Entscheidung dieser Frage für unmöglich.

Da der bisherige Name „Kiemenherzanhang" so wenig bezeichnend ist, schlage ich vor, dieses Organ mit Rücksicht auf seinen drüsigen Bau, seine Abstammung vom Pericardialepithel, sowie seine Lage im Pericardialraum als „Pericardialdrüse" zu bezeichnen. Es ist gewiss ein seltsames Organ, welches in anderen Gruppen des Thierreiches keinesgleichen findet und nur noch, soweit bis jetzt meine Erfahrungen und Kenntnisse reichen, in einer Molluskengruppe vorkommt.

Ich habe die grosse mit Epithel ausgekleidete Höhle, deren Beschreibung jener der Pericardialdrüse voranging, stets als „secundäre Leibeshöhle" (Claus, Hatschek) bezeichnet, ohne mich bisher über die Gründe geäussert zu haben. Die Gründe, auf welche ich mich stütze, sind: vor Allem das Lagerungsverhältniss der Organe zu dieser Höhle und die Beziehung dieser Höhle zu der Niere; endlich auch die epitheliale Auskleidung derselben.

Was das Lagerungsverhältniss bestimmter Organe anbelangt, so ist die Gleichheit desselben mit jenem derselben Organe zu der sog. secundären Leibeshöhle bei Anneliden und Vertebraten sofort in die Augen fallend. Darm und Herz sind bei Mollusken wie Anneliden und Vertebraten, wenn sie frei in die secundäre Leibeshöhle hineinragen, an Peritonealfalten in derselben aufgehängt und gehören eigentlich der primären Leibeshöhle an. Ebenso verhalten sich die Genitalorgane in allen drei Gruppen gleich. Die Geschlechtsorgane, welche auch bei den Cephalopoden höchstwahrscheinlich dem Leibeshöhlenepithel angehören, lassen ihre Producte nicht direct in die Ausführungsgänge gelangen, sondern zunächst in die Leibeshöhle, von wo dieselben in die selbstständig beginnenden Leitungsapparate aufgenommen werden. Die oben ausgesprochene Vermuthung, dass sich das Vas deferens mit seiner inneren Oeffnung wahrscheinlich an die Hodenöffnung anschliesst, ändert nichts an dem eben auseinandergesetzten Verhältnisse, da es sich hierbei um eine secundäre Aneinanderlagerung handelt. Bereits von Krohn[1]) ist richtig bemerkt worden: „Das Ovarium der Sepia — ist dem Bau und seinem Ver-

[1]) Krohn, a. a. O. pag. 357, Anmerkung.

hältnisse zu dem hier nur einfachen Eileiter nach, dem der Vögel und Reptilien näher verwandt."

Betreffend die Beziehung dieser Höhle zur Höhle der Niere, halte ich es für vollkommen gerechtfertigt, dieselbe als homolog derjenigen zu betrachten, welche bei anderen Mollusken besteht und die sich auch bei den Würmern und Vertebraten findet. Sowie ich einerseits aus dieser Beziehung einen weiteren Beweis für die Richtigkeit der Auffassung der grossen Höhle als secundärer Leibeshöhle ableite, so muss ich andererseits für diese Communication auch die bei den zum Vergleich herangezogenen Thiergruppen angewendete Bezeichnung des „Wimpertrichters" übertragen. Und zwar fasse ich den vorderen Theil der Leibeshöhlencanäle, von der Papille im Ureter angefangen ein Stück nach hinten als Wimpertrichter auf. Die trichterförmig in den Ureter vorspringende Papille ist nur das in den Nierensack vorspringende Ende des Wimpertrichters. Der Wimpertrichter von Sepia unterscheidet sich von den anstossenden Partien der Leibeshöhle nicht so scharf wie bei anderen Mollusken. Somit bin ich mit der Bezeichnung der Communicationsöffnung als Wimpertrichter zu einer Auffassung gelangt, welche bereits, und mit vollem Rechte, Hancock[1]) vertrat. Hancock hat, wie noch später erwähnt werden wird, sowohl die Genitalkapsel der Cephalopoden richtig mit dem Pericardium der Nudibranchiaten, als auch nur einen Theil des zwischen der von ihm richtig verstandenen Niere und der Genitalkapsel verlaufenden Canales der Octopodiden mit dem „pyriform vesicle" der Nudibranchiaten, welche nichts Anderes als der Wimpertrichter ist, verglichen. Inwieweit Hancock's Vergleich im Speciellen nicht glücklich durchgeführt ist, soll später besprochen werden.

Merkwürdigerweise sind von dieser Auffassung, welche als die zunächstliegende erscheint, alle späteren Forscher, welche diesen Punkt erörterten, abgegangen. So hat Vigelius[2]) gegen die richtige Auffassung Hancock's eine Reihe von Einwänden erhoben, welche jedoch mit Ausnahme eines einzigen nichts gegen Hancock's Auffassung beweisen, da sie nur auf einer falschen Auffassung der Thatsachen und vollkommenen Verkennung der bereits von Hancock richtig erkannten Verhältnisse beruhen. Nur der eine Einwand ist der Besprechung werth. Er betrifft den

[1]) Hancock, On the Structure and Homologies of the Renal Organ in the Nudibranchiate Mollusca, pag. 525.

[2]) Vigelius, Ueber das Excretionssystem der Cephalopoden, pag. 171 u. ff.

Umstand, dass bei Nautilus, einer zweifelsohne phylogenetisch sehr alten Cephalopodenform, die beiden in Frage stehenden Oeffnungen der Leibeshöhle nicht in die Niere, sondern in die Kiemenhöhle führen. Mit Rücksicht nun auf das phylogenetisch höhere Alter des Nautilus soll die Einmündung der Leibeshöhlencanäle in die Niere, wie sie bei den übrigen Cephalopoden vorkommt, erst als ein secundäres Verhältniss aufzufassen sein, könnte somit nur als Analogie und nicht als Homologie im Vergleiche mit den übrigen Mollusken betrachtet werden. Auch Brock neigt dieser Anschauung zu. Vollends ist Ihering[1]) für dieselbe eingenommen und betrachtet diese Communication „als eine den älteren Cephalopoden abgehende und erst innerhalb der Classe erworbene Einrichtung", da sich aus diesem Umstande ein neues Argument für die polyphyletische Abstammung der Mollusken gewinnen lässt. Ihering versuchte auch die Entstehung dieser Communication zwischen Leibeshöhle und Kiemenhöhle zu erklären. Danach wäre „die Ausmündung der Leibeshöhle erst secundär zu Stande gekommen durch Vermittlung von Hautporen", wie sich solche bei den Cephalopoden am Kopf, an den Armen finden, und welche in subcutane Sinus führen. Bei innigerem Aneinanderlegen der Wand dieser Sinus an die der Leibeshöhle würde dann ein Durchbruch erfolgt und auf diese Art die Oeffnung der Leibeshöhle entstanden sein. Dass ich diese Erklärung für verfehlt halte, wird sich aus der folgenden Auseinandersetzung von selbst ergeben.

So sehr ich den eben erwähnten Einwand als überhaupt den einzigen triftigen schätze, so glaube ich doch, dass sich demselben einiges Beachtenswerthe entgegenhalten lässt. Nautilus ist sicherlich eine Cephalopodenform, welche in den meisten Theilen ihrer Organisation phylogenetisch ältere Charaktere als die Dibranchiaten bewahrt hat. Doch ist es verfehlt, aus dem Umstande allein, dass eine Form die phylogenetisch ältere ist, es als selbstverständlich abzuleiten, dass bei derselben alle Verhältnisse im Vergleich mit denjenigen der jüngeren Gruppen als die phylogenetisch älteren zu betrachten sind. Es darf nicht unbeachtet gelassen werden, dass auch in der Reihe, deren letzter lebender Repräsentant Nautilus ist, selbstständige Variationen stattgefunden haben, und dass auch bei Nautilus ursprüngliche Charaktere durch secundäre verdrängt wurden. Schon Ihering hat dies mit vollem Rechte hervorgehoben: „Nautilus nimmt in einigen Beziehungen

[1]) H. v. Ihering, Ueber die Verwandtschaftsbeziehungen der Cephalopoden. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. XXXV. Bd., 1881, pag. 10.

eine besonders niedere Stellung ein — und dies hat man bisher unberechtigter Weise zu der Annahme verallgemeinert, dass Nautilus in jeder Beziehung ein primitives Verhalten aufweise und allen vergleichend morphologischen Verhandlungen als Ausgangspunkt dienen müsse.“ Ich will hier nur das Vorkommen eines bloss einerseits fungirenden Ausführungsapparates der Genitaldrüse erwähnen, was doch gewiss kein ursprüngliches Verhalten repräsentirt, wogegen der ursprünglich beiderseits fungirende Leitungsapparat sich bei der am meisten modificirten Cephalopodengruppe, bei den Octopodiden, erhalten hat. Ist daher die Annahme, dass die Dibranchiaten rücksichtlich der Einmündung der Leibeshöhle in die Niere das phylogenetisch ältere Verhalten beibehalten, in dieser Beziehung aber die Tetrabranchiaten derart variirt haben, dass endlich die Leibeshöhle direct nach aussen führte, ungereimt? Ich glaube doch nicht.

Und zwar stelle ich mir die selbstständige Ausmündung der Leibeshöhlencanäle entstanden vor durch eine bis zur Mündung erfolgte Längstheilung des Ureters, so dass die Leibeshöhlenmündung neben der des Ureters direct in die Kiemenhöhle führte.

Halte ich somit einen Zwang, aus dem höheren phylogenetischen Alter von Nautilus auch die berührten Verhältnisse desselben als primäre ansehen zu müssen, für durchaus nicht bestehend, so gestehe ich andererseits immerhin die Möglichkeit, ja Wahrscheinlichkeit, zu, dass wirklich bei den phylogenetisch ältesten Cephalopoden die Leibeshöhlenöffnungen direct nach aussen führten, so dass die Einmündung der Leibeshöhle in die Niere bei den Dibranchiaten als secundäres Verhalten aufzufassen wäre. Einen Anhaltspunkt dazu finde ich vor Allem in dem von mir als Stammform der Cephalopoden aufgefassten Mollusk, an den sich die Verhältnisse von Nautilus direct anschliessen.

Trotzdem ist jedoch daran festzuhalten, dass die Oeffnung, welche aus der Leibeshöhle hinausführt, homolog ist der Communicationsöffnung zwischen Niere und Pericardialraum bei den übrigen Mollusken. Die Ausmündung direct nach aussen mag für die Cephalopodengruppe ein primäres Verhalten repräsentiren, im Vergleich mit den übrigen Mollusken jedoch ist dieselbe als secundäres aufzufassen, aus welchem durch Zurücktreten der Oeffnung in die Niere tertiär das primäre Verhältniss hergestellt worden ist.

2. Der Harn- und Geschlechtsapparat, die secundäre Leibeshöhle und der sogenannte Kiemenherzanhang von Eledone moschata.

Die Nieren von Eledone moschata weisen viel einfachere Verhältnisse als die von Sepia auf. Dieselben (Taf. III, Fig. 29 N) stellen paarige Säcke vor, welche an keiner Stelle mit einander in Verbindung stehen. Sie sind ein wenig asymmetrisch entwickelt und erscheint demnach auch die Lage der Ureterpapillen (U) eine asymmetrische, indem der rechte Ureter näher der rechten Kieme liegt als der linke der seiner Seite, indem letzterer etwas medialwärts gerückt ist. Diese Verhältnisse sind bereits von Brock[1]) und Vigelius[2]) beschrieben worden. Das Genauere der Eledoneniere betreffend, soll dieselbe nach Vigelius mit der von ihm beschriebenen Octopusniere bis auf geringfügige Unterschiede übereinstimmen. Eine nochmalige Beschreibung dürfte jedoch nicht überflüssig erscheinen.

Die Nieren von Eledone nehmen fast den ganzen unteren Abschnitt des hinteren Theiles des Eingeweidesackes ein, sind jedoch im Besonderen in ihrer Lagerung einem bedeutenden, durch die Entwickelung der Geschlechtsorgane bedingten Wechsel unterworfen. Die ursprüngliche Lagerung der Nieren mag diejenige sein, wo sich dieselben längs der ganzen Unterseite des hinteren Theiles des Eingeweidesackes erstrecken und in ganzer Länge in der Mittellinie aneinander stossen. Dieses Verhältniss fand ich bei jungen Weibchen mit noch sehr wenig entwickelten Ovarien. Beim Männchen jedoch beobachtete ich niemals, dass die Nieren den Eingeweidesack von unten vollkommen bedecken. Hier nähern sie sich nur in den vorderen Partien fast bis zur Berührung, weichen jedoch nach hinten zu in geschwungenem Bogen auseinander (Fig. 29), so dass die Genitalorgane, welche offenbar Ursache dieses Auseinanderweichens der beiden Nierensäcke sind, am Grunde des Eingeweidesackes von unten durch die Niere nicht bedeckt werden.

Die beiden Nierensäcke dehnen sich nicht bloss hinter den Ureterpapillen aus, sondern besitzen auch vordere zipfelförmige Ausbuchtungen von ansehnlichem Umfange, welche entweder beiderseits dieselbe Ausdehnung besitzen, oder aber eine Asymmetrie aufweisen, indem der vordere Zipfel des einen Nierensackes um ein Stück hinter dem des anderen zurückbleibt. Die Nierensäcke schlagen

[1]) Brock, Geschlechtsorgane der Cephalopoden, pag. 55.
[2]) Vigelius, Excretionssystem der Cephalopoden etc., pag. 146 u. ff.

sich überdies lateralwärts auf die obere Seite des Eingeweidesackes um, und können sogar den hinteren Theil der Eingeweide ringförmig umfassen. Letzteres ist beim Männchen der Fall, wenn die Hoden nicht stark entwickelt sind, indem dann die beiden Nierensäcke auch an der oberen Seite nochmals aneinanderstossen. Beim Weibchen jedoch und bei Männchen, deren Hoden mächtig geschwellt ist, werden die beiden Harnsäcke in der oberen Mittellinie auseinandergedrängt. Beim Männchen wird dann, da sich der Hoden nach rechts ausdehnt, der rechte Harnsack nach vorn verschoben, während umgekehrt der linke eine geringe Verschiebung nach hinten erfährt. Die ausgedehnteste Verschiebung jedoch erleiden die Nierensäcke beim Weibchen, wenn das Ovarium in voller Reife sich befindet, indem dieselben an die Vorderseite des letzteren hinaufgedrängt erscheinen. Auch bei Eledone springen die benachbarten Organe in das Nierenlumen ein wenig vor.

Während die untere Wand sowie der grösste Theil der oberen Wand der Nierensäcke glatt bleiben und nur in contrahirtem Zustande gefältelt erscheinen, ist der oberhalb der an der Niere verlaufenden Venen [1]) gelegene Wandtheil zu den sogenannten Venenanhängen (Na) gefaltet. Diese verlaufen entsprechend dem Venenverlaufe in einem nach hinten convexen Bogen, am Vorderende der unteren Abtheilung jedes Nierensackes beginnend, zum Kiemenherzen (Kh), das sie auch von der Seite und von oben umgeben; in einem zweiten kleineren Bogen von dem eben beschriebenen zum äusseren vorderen Winkel des Harnsackes; in einem dritten in den vorderen zipfelförmigen Aussackungen, welcher sich an den ersten anschliesst, als dessen Fortsetzung er erscheint.

Im Gegensatze zu Sepia, wo die Venenanhänge gelappt und traubenförmig gestaltet sind, besitzen jene von Eledone keulenförmige Gestalt. Die Keulen, welche mit ihrem schmäleren Ende der Vene zugekehrt sind, zeigen an der Oberfläche kleine Furchen und Löcher (Fig. 29), welche in vielfache, sehr enge Spalten begrenzende Einstülpungen der Wand führen.

Was endlich die Ureterpapillen (U) anbelangt, so ragen dieselben nicht weit in die Kiemenhöhle vor. Trotzdem besitzen die Ureteren eine ansehnliche Länge, indem sie sich in den Nierensack hinein röhrenförmig verlängern. Die Ureterenwand ist längsgefaltet, wie dies auch bei Sepia der Fall ist.

[1]) Die Venen sind in der Tafelerklärung näher bezeichnet.

In dem histologischen Verhalten finden wir eine grosse Uebereinstimmung mit Sepia. Die sogenannten Venenanhänge bestehen aus einem den Verzweigungen der Vene folgenden Epithel, welches aus Cylinderzellen, ganz ähnlich denen von Sepia, besteht (Taf. II, Fig. 22). Stellenweise sind die Zellen niedriger, so dass die Breite der Zellen ihre Höhe übertrifft. An der Basis finden wir die strangförmige Anordnung des Zellinhaltes, verschieden hoch reichend, zuweilen wenig deutlich ausgeprägt, was mit der momentanen Intensität der Function, resp. dem Stillstande derselben, zusammenhängt. Der über dem Kern gelegene Theil des Zellinhaltes enthält stark lichtbrechende, wie Fett aussehende Tröpfchen, welche an den Präparaten fehlen. An der Oberfläche sind die Zellen mit einer dicken, sogenannten Stäbchencuticula versehen. Das Epithel sitzt den Gefässen an, neben welchen kräftige Muskelbündel (Ms) die Venenanhänge durchziehen.

Die Streifung in den Zellen der Venenanhänge hat wahrscheinlich Vigelius gesehen. Vigelius[1]) beschreibt zwischen der Gefässwand und dem Epithel eine „farblose Schicht, welche zahlreiche quer gestellte Protoplasmastreifen zu enthalten schien", deren Zugehörigkeit zum Epithel er für wahrscheinlich hält, ohne indessen darüber zu einem vollkommen sicheren Resultate gelangt zu sein.

Die glatten Wände der Nierensäcke werden wie bei Sepia von einem Pflasterepithel, bei starker Faltung cylindrischen Epithel bekleidet, in dessen Zellen ich keine Streifung beobachtete. Dagegen finden sich zahlreiche fettglänzende Tröpfchen im Zellinhalt vor; an der Oberfläche sind die Zellen von einer dünnen Cuticularschichte überdeckt. Schleimzellen liegen überall bis in den Ureter hin eingestreut.

Der Ureter wird von einem Epithel bekleidet, welches dem Epithel aus den weiter hinten gelegenen Theilen des Ureters von Sepia sehr ähnlich sieht (Taf. II, Fig. 16). Es ist ein Cylinderepithel, dessen Zellen einen körnigen Inhalt besitzen. Nach aussen folgt auf das Epithel Bindegewebe mit kräftiger Muskulatur, welche aus einer inneren Längs- und äusseren Ringfaserlage besteht.

An der Basis des Ureters findet sich eine mit radiär verlaufenden Längswülsten versehene Papille (Taf. III, Fig. 29 W), an deren Spitze eine Oeffnung in ein System von Räumen führt

[1]) Vigelius a. a. O., pag. 156.

(vergl. Fig. 28, 30 und 34); zunächst in einen kurzen Gang, der einerseits in einen flaschenförmigen, gleichfalls mit zahlreichen, wieder vielfach gefalteten Längswülsten versehenen Blindsack übergeht, welcher in seiner Enderweiterung den Kiemenherzanhang (Pd) enthält, andererseits sich in einen langen, engen Canal (Lk) fortsetzt, welcher am Halse des flaschenförmigen Blindsackes beginnt und zu der die Geschlechtsdrüse einschliessenden, respective mitbildenden Kapsel verläuft. Beim Weibchen (Fig. 30) sind diese Canäle schmal und beiderseits gleich entwickelt; sie begleiten die Oviducte (Od) an deren Aussenseite, biegen mit denselben auf die Unterseite des Ovarialsackes (Ov) um und münden in diesen mit engen trichterförmigen Oeffnungen. Diese letzteren liegen aussen von der gemeinsamen Mündung, zu welcher, wie zuerst Brock hervorhob, die beiderseitigen Oviducte an ihrem Ende zusammenfliessen. Bei sehr entwickelten Ovarien (wie in Fig. 30) hat es den Anschein, als wäre die Mündung der Oviducte keine gemeinsame. Es rührt dies jedoch von der starken Ausdehnung der Ovarialsackwand her, in Folge deren die nicht beträchtliche Vertiefung, in welcher die beiden Oviducte zusammentreffen, vollkommen abgeflacht wird. Der Sack nun, in den die Canäle hineinführen, ist das Ovarium. Die Eier sitzen an dem grössten Theile der Wand einzeln auf (Fig. 34); ausgenommen davon ist nur die untere Seite, an welcher die Mündungen der Oviducte und der Canäle liegen. Hier zeigt die Ovarialwand zahlreiche Falten, welche sich in Falten der Canäle fortsetzen.

Beim Männchen (Fig. 28) dagegen verhalten sich die beiden zur Genitalkapsel verlaufenden Canäle asymmetrisch, sowohl in der Ausbildung als im Verlauf. Der rechte Canal ist wie beim Weibchen in seiner ganzen Länge ein gleichweites schmales Rohr, welches nach mehreren Biegungen zunächst nach links einwärts zum Herzen, von da neben der Genitalarterie zur Hodenkapsel verläuft und an der oberen Seite derselben in der Nähe der Anheftungsstelle des Hodens mit spaltförmiger Oeffnung in die Kapsel einmündet. Der linke Canal dagegen ist nicht nur breiter als der rechte, sondern erweitert sich auch gegen die Hodenkapsel zu allmälig. Er ist kürzer als der rechte und mündet an der vorderen Seite, gleichfalls in nächster Nähe der Anheftungsstelle des Hodens, in die Hodenkapsel ein.

Der Hoden (H) ist ein kugeliges Organ, welches blos an einer Stelle, und zwar vorn, an der ihn einschliessenden Kapsel befestigt ist, sonst frei in seine Kapsel hineinragt und sich somit in der

Lagerung von dem Sepiahoden unterscheidet. Die Mündung des Hodens (HO) findet sich an dem der Befestigungsstelle entgegengesetzten Ende, entfernt von der Mündung des Ausführungsganges (J), welche an der unteren Seite nahe dem linken vorderen Winkel der Hodenkapsel liegt und eine weite, trichterförmige Oeffnung darstellt.

Das früher beschriebene Canalsystem ist sehr dickwandig und besteht seiner geweblichen Zusammensetzung nach aus einem Epithel, auf welches nach aussen Bindegewebe mit eingelagerten kräftigen Längs- und Ringmuskeln folgt. Das Epithel besitzt an verschiedenen Stellen ein verschiedenes Aussehen. Der Wimpertrichter, der flaschenförmige Sack, sowie die Längscanäle, welche rücksichtlich ihrer histologischen Zusammensetzung bereits von Brock[1]) beschrieben wurden, sind von einem Wimpern tragenden Cylinderepithel ausgekleidet (Taf. II, Fig. 14 und Fig. 26), welches auch schon H. Müller angibt. In dem flaschenförmigen Sacke, welcher den Kiemenherzanhang enthält, zeigen die Zellen an ihrer Basalseite die schon so oft begegnete Streifung (Fig. 13). Die Wimpern durchsetzen auch eine ansehnlich breite Cuticularschichte. Der in den flaschenförmigen Sack hineinragende Kiemenherzanhang ist gleichfalls von einem Epithel überzogen, welches ich nur stellenweise wimpernd, stellenweise jedoch ohne Wimpern fand, so dass bloss die Cuticularschichte die Zellen bedeckt. Auch ist das Epithel nicht so hoch, sondern bloss ein cubisches oder Pflasterepithel. Den Ovarialüberzug fand ich mit Ausnahme des Ueberzuges der Eier selbst überall aus einem Wimpern tragenden, cubischen oder Cylinderepithel gebildet. Brock[2]) hat dasselbe bereits beschrieben, konnte aber eine Flimmerung nicht auffinden, deren Abwesenheit er jedoch für kaum wahrscheinlich hält. An dem flachen Ueberzuge des Hodens beobachtete ich keine Wimperung. Dagegen wimpert, wie bereits Brock angab, die Auskleidung des den Hoden aufnehmenden Sackes. Die Bewimperung war nur stellenweise continuirlich, an den unteren Theil der Wand jedoch discontinuirlich, indem die Wimpern in Büscheln standen. Indessen schienen alle Zellen, die hier keine bedeutende Höhe besitzen, je ein solches Wimperbüschel zu tragen (Fig. 24).

Dass der Kiemenherzanhang und der Hoden an der Oberfläche nicht wimpern, hat bereits H. Müller angegeben. Müller

[1]) Brock a. a. O., pag. 58, 63.
[2]) Brock a. a. O., pag. 100—101.

lässt auch den Eierstock unbewimpert sein. Offenbar bezieht sich diese Angabe auf den Ueberzug der Eier selbst, da sowohl für die freien Theile der Eierstockkapsel als der Hodenkapsel Wimperung angegeben wird.

Das eben in Kürze beschriebene Canalsystem wurde von A. Krohn[1]) entdeckt, bereits gut beschrieben und als „wasserführendes System" in die Wissenschaft eingeführt. Den morphologischen Werth dieses Apparates hat zuerst Hancock[2]) richtig aufgefasst, welcher nicht nur die Homologie dieses Canalsystems der Octopodiden mit dem von H. Müller und ihm beschriebenen System von Räumen der Dekapodiden, sondern vor Allem die Homologie mit dem Pericard und Nierentrichter der Nudibranchiaten aufstellte. Hancock[3]) wies auch auf die Unhaltbarkeit und Unwahrscheinlichkeit der Ansicht hin, dass Wasser durch diese Räume von aussen aufgenommen werde, hielt vielmehr dieses Canalsystem für eine ausgebreitete Niere („diffused kidney"), welche vorwiegend eine Wasserabscheidung besorge, während die Entfernung der eigentlichen Harnstoffe durch die Nierensäcke erfolge. Dagegen hat Brock[4]) in seiner ersten Publication dieses Canalsystem, welches er ausführlich beschrieb und dessen Function am ehesten noch als die der Besorgung der Wasseraufnahme muthmasst, als „Spalten zwischen den Bauchfellstaschen der einzelnen Organe" aufgefasst und als „den uns unverständlichen, weil reducirten, Ueberrest eines ausgedehnteren Apparates" bezeichnet, „dessen Spuren bei phylogenetisch älteren Formen verfolgt werden müssen". Brock hat an der Homologie dieses Canalsystemes mit dem der Dekapodiden festgehalten, wenn auch damals das Ovarium der Octopodiden nicht vollständig verstanden. Vigelius'[5]) verschiedene Bemerkungen lassen über die Ansicht des Autors in vollem Zweifel. Auf den Satz, „dass den Dekapoden ein Wassergefässsystem fehlt, und dass ihre Visceropericardialhöhle keineswegs als das Homologon des Wassergefässsystemes der Octopoden angesehen werden kann", folgt sogleich der weitere: „Dennoch stehen beide phylogenetisch in einer sehr engen Beziehung zu einander und stammen un-

[1]) Krohn a. a. O., pag. 357—358.

[2]) Hancock, On certain Points etc., pag. 475 und: On the Structure and Homologies of the Renal Organ etc., pag. 525.

[3]) Hancock, On certain Points etc., pag. 482.

[4]) Brock, Ueber die Geschlechtsorgane der Cephalopoden, pag. 108.

[5]) Vigelius, Excretionssystem der Cephalopoden, pag. 170.

zweifelhaft von einer gemeinschaftlichen Urform ab.“ Aus solchen sich noch öfter ergebenden Widersprüchen gewinnt der Leser im Allgemeinen den Eindruck, dass Vigelius beide Organe doch nicht für in engerer Homologie stehend hält. So hat auch Brock die verschiedenen Aeusserungen von Vigelius aufgefasst, liess sich freilich durch die in Bezug auf die Leibeshöhle ausgedehnteren Beobachtungen von Vigelius in seiner früheren richtigen Auffassung irre machen.[1]) Später hat Ihering[2]) wieder die vollkommene Homologie dieses Canalsystemes bei den Dekapodiden und Octopodiden behauptet und Brock[3]) neuerdings dieselbe Anschauung vertreten, sowie auch die Verhältnisse bei den Octopodiden richtig aufgefasst.

Aus einem genaueren Vergleich des sogenannten Wassergefässsystemes der Octopodiden mit der secundären Leibeshöhle der Dekapodiden ergibt sich die Homologie beider Bildungen sogleich. Hier wie dort finden sich dieselben Beziehungen dieses Raumes mit der Niere, mit den sogenannten Kiemenherzanhängen und den Geschlechtsorganen. Die Abschnitte dieses Raumes sind nur enger geworden und haben dickere Wände erhalten, Eigenthümlichkeiten, die, so sehr sie im ersten Augenblicke störend wirken mögen, doch für die Homologisirung beider Apparate kein Hinderniss bieten können.

Wie auch Brock ausführte, ist aus der grossen secundären Leibeshöhle der Dekapodiden, in welche die meisten angrenzenden Organe, so der Magen, das Herz, das Kiemenherz, vom Peritoneum überdeckt, hineinragen, durch Reduction das enge Canalsystem der Octopodiden entstanden, mit welcher gleichzeitig eine Herausschiebung des Magens, Herzens und auch des Kiemenherzens aus der secundären Leibeshöhle erfolgte. Die gleichfalls stattgefundene Herausschiebung des Kiemenherzens (vergl. Taf. III, Fig. 34) möchte ich noch besonders hervorheben, weil ich mich in diesem Punkte mit Brock's[4]) Angabe im Widerspruch befinde,

---

[1]) J. Brock, Versuch einer Phylogenie der dibranchiaten Cephalopoden. Morphol. Jahrb., VI. Bd., 1880, pag. 233.

[2]) Ihering, l. c., pag. 9.

[3]) J. Brock, Zur Anatomie und Systematik der Cephalopoden. Zeitschr. f. wiss. Zoolog., XXXVI. Bd., pag. 596 u. ff.

[4]) Brock, an eben a. O., pag. 599; vergl. ferner pag. 108, sowie die schematischen Figuren in der von demselben Autor herrührenden Arbeit: „Ueber die Geschlechtsorgane der Cephalopoden.“

nach welcher auch bei den Octopodiden das Kiemenherz in einer Kapsel liege, die jedoch vollkommen geschlossen und durch Theilung aus der ursprünglichen, das Kiemenherz und seinen Anhang aufnehmende Kapsel, wie dieselbe bei den Dekapodiden vorkommt, hervorgegangen sein soll. Das Kiemenherz liegt jedoch vollkommen ausserhalb des Peritonealüberzuges und haben bereits Krohn und H. Müller beobachtet, dass das Kiemenherz bloss von Fasergewebe umgeben und nicht in einer Höhle gelagert ist. Auch möchte ich Vigelius' Bemerkung: „Das Kiemenherz entbehrt einer eigenen freien Kapsel", in meinem Sinne deuten.

Wenn auch die oben genannten Organe aus der secundären Leibeshöhle verdrängt wurden, so konnte die Geschlechtsdrüse nie in derselben fehlen; denn die Geschlechtsdrüse gehört der letzteren an, und ich möchte dies weiter in dem Sinne verwerthen, dass die Geschlechtsproducte bei den Cephalopoden, wenigstens phylogenetisch, aus dem Epithel der Leibeshöhle ihren Ursprung genommen haben, was umgekehrt eine weitere Stütze für die Auffassung dieser Höhle als secundäre Leibeshöhle bietet.

Ebensowenig konnte der sogenannte Kiemenherzanhang, die Pericardialdrüse, den Zusammenhang mit der secundären Leibeshöhle verlieren, denn auch sie gehört der letzteren an und ist, wie bereits bei Sepia gezeigt wurde, aus dem Epithel derselben hervorgegangen.

Ergibt sich aus der bereits hervorgehobenen Homologie des sogenannten Wassergefässsystemes der Octopodiden mit den gleichen Räumen der Dekapodiden für ersteres die Bezeichnung als secundäre Leibeshöhle von selbst, so erscheint als weitere Folgerung die Deutung der zwischen Niere und dieser Höhle bestehenden Communication als Wimpertrichter. Und zwar entspricht dem Wimpertrichter der übrigen Mollusken nicht der ganze Längscanal zwischen Niere und Genitalorgan, sondern nur der an der Niere gelegene Anfangstheil desselben. Die in den Nierensack vorspringende Papille ist somit in gleicher Weise wie bei Sepia nur das papillenförmige Nierenende des Wimpertrichters. Bei Eledone lässt sich auch die zweite Grenze des Wimpertrichters einigermassen bestimmen, indem dieselbe kaum über jene Stelle hinausgehen dürfte, wo sich der Längscanal und der flaschenförmige, die Pericardialdrüse aufnehmende Sack trennen. Auch bei Eledone lässt sich der Wimpertrichter nicht von den anstossenden Partien der Leibeshöhle scharf unterscheiden.

Bereits Hancock[1]) hat nur einen Theil des Canales als Homologon des Wimpertrichters der von ihm untersuchten Nudibranchiaten gedeutet. So sehr Hancock in dieser Anschauung im Rechte ist, so wenig vermag ich im Uebrigen seiner Vergleichung beizustimmen. Ich habe hier Hancock's unrichtige Vergleichung des bei Doris tuberculata zwischen Niere und pyriform vesicle bestehenden langen Canales mit dem Leibeshöhlencanal von Eledone im Auge. Hancock betrachtet den ersteren als röhrenförmige Verlängerung der birnförmigen Blase („tubular prolongation of vesicle") und somit als zur Leibeshöhle zugehörig. Er befindet sich jedoch hierin im Unrecht, soweit dies aus seinen eigenen Angaben zu entnehmen ist, nach denen der Längscanal zwischen Niere und pyriform vesicle bei Doris tuberculata seinem Baue nach zum Nierensacke zu rechnen ist. Der lange Canal, welcher bei den Octopodiden zwischen Wimpertrichter und Genitaldrüse liegt, ist als eine durch die speciellen Lagerungsverhältnisse der Organe entstandene Einrichtung aufzufassen.

Es bleibt nur noch übrig, die Pericardialdrüse von Eledone moschata zu beschreiben. Dieselbe (Taf. I, Fig. 6 und 7) ist relativ kleiner als die von Sepia. Sie besitzt eine röthlich-violette Farbe. Auch in Bau und Form unterscheidet sich dieselbe von derjenigen von Sepia. Sie ist nicht kegelförmig, sondern unregelmässig kuchenförmig gestaltet und mit starken vorragenden Buckeln versehen. An ihrer Oberfläche bemerkt man eine Anzahl von Spalten, welche in das Innere der Drüse führen, eine Abweichung von Sepia, wo eine einzige in das Innere führende Spalte vorhanden ist. Jede solche Spalte führt in ein geschlossenes System von Gängen, und zwar zunächst in einen Hauptgang mit Seitenbuchten, von denen aus man in weite, mit Blindsäckchen versehene Räume gelangt, wie dies aus der auf Taf. III gegebenen schematisch gehaltenen Fig. 31 hervorgeht.

Die einführenden Spalten sind mit einem anderen Epithel bekleidet als die Endsäckchen und die Räume, in welche erstere münden, wie gleichfalls im Schema angedeutet ist. Das Epithel der einführenden Spalten stimmt nämlich mit dem die Pericardialdrüse aussen überkleidenden Peritonealepithel überein und unterscheidet sich von dem letzteren bloss durch die bedeutendere Höhe seiner Zellen, indem es aus Cylinderzellen besteht. In den End-

[1]) Hancock, On the Structure and Homologies etc., pag. 525.

säckchen dagegen bilden die Epithelzellen keine festgeschlossene Reihe, sondern ragen bauchig in das Lumen der Drüse weit vor (Taf. II, Fig. 15). Bald sind die Zellen niedrig, bald langgestreckt und variiren auch in der Grösse. Sie sind besonders in ihrem oberen Ende reich mit gröberen und feineren Körnchen beladen, welche eine gelblich-röthliche Farbe besitzen und die röthliche Färbung der Pericardialdrüse bedingen. Nach aussen folgen auf das Epithel Bindegewebe und die mit dem Kiemenherzen zusammenhängenden Bluträume. In dem Bindegewebe verlaufen auch Muskelfasern (Ms). An der frischen Drüse konnte ich Pulsationen beobachten.

3. Vergleichende Darstellung derselben Organe von Nautilus.

Das Excretionssystem von Nautilus besteht im Gegensatze zu allen übrigen Cephalopoden aus vier Harnsäcken, welche durch schlitzförmige Oeffnungen in die Mantelhöhle münden. Die Nieren weisen in ihrem Bau dieselben Eigenthümlichkeiten wie bei den übrigen Cephalopoden auf.

Hier entsteht nun die Frage, ob die Vierzahl der Harnsäcke bei Nautilus als ursprüngliche für alle Cephalopoden erscheint, von der aus die Zweizahl der Nieren, wie selbe für alle übrigen Cephalopoden gilt, durch Reduction hervorgegangen ist, oder ob umgekehrt die Zweizahl als die ursprüngliche aufzufassen und von ihr aus die Vierzahl durch Vermehrung der Nierenapparate abzuleiten ist.

Wer auf dem Standpunkte steht, Nautilus als eine in jeder Beziehung phylogenetisch alte Verhältnisse aufweisende Cephalopodenform anzusehen, wird geneigt sein, die erste der beiden in Betracht zu ziehenden Möglichkeiten als die zutreffende anzusehen. Ein genaueres Eingehen bietet jedoch bestimmtere Anhaltspunkte zur Entscheidung dieser Frage in der zweiten Weise und führt zu einem Resultate, zu welchem auch bereits Ihering gelangt ist.

Zur Entscheidung dieser Frage hat Ihering[1]) mit vollem Rechte die Beziehung zwischen Niere und Leibeshöhle gewählt. Bekanntlich findet sich bei Nautilus neben der Mündung des

[1]) Ihering, Ueber die Verwandtschaftsbeziehungen der Cephalopoden etc., pag. 8.

hinteren Nierensackes eine Oeffnung, welche in die Leibeshöhle führt, eine Beziehung, welche dem vorderen Nierensacke fehlt. Aus dieser Thatsache nun, dass der vordere Nierensack bei Nautilus keine Beziehung mit der Leibeshöhle hat, lässt sich der Schluss ziehen, dass die vordere Niere von Nautilus eine Bildung ist, für die wir bei den Dibranchiaten keine Rückbildung annehmen können. Sie führt aber meiner Ansicht nach auch zu der weiteren Annahme, dass die vordere Niere von Nautilus ein Abkömmling der ursprünglich einfachen, bei Nautilus hinteren, Niere ist. Diesen Abkömmling kann man sich entstanden denken durch Theilung des Harnsackes, welche sich als Folge der Entwicklung einer neuen Kieme und der mit Entstehung derselben zusammenhängenden Ausbildung einer neuen Kiemenarterie herausbildete, über welcher sich gleichfalls sog. Venenanhänge entwickelten. Stellen wir uns vor, dass mit der Entwicklung einer weiteren Kieme und damit einer neuen Kiemenarterie mit neuen sog. Venenanhängen mehr Platz an der Unterseite des Eingeweidesackes gewonnen werden musste, um der neuentstandenen Kieme und den im Zusammenhang mit derselben sich entwickelnden Organen Raum zu schaffen, so ist in diesen Umständen genügend Veranlassung gegeben, eine anfänglich natürlich unvollständige, erst später vollständige Theilung des einfachen Nierensackes zu Stande kommen zu lassen.

Es besteht nun die Möglichkeit, dass bei dieser Theilung die bei den Vorfahren von Nautilus wie jetzt bei den Oegopsiden — diesen unbestritten phylogenetisch ältesten Formen unter den heute lebenden Dibranchiaten — nahe der Mündung der Niere in diese führenden Oeffnungen der Leibeshöhle an die Oberfläche der Kiemenhöhle gezogen worden und so neben die Ureteröffnung zu liegen gekommen sind. Mit der Anführung dieser Möglichkeit wollte ich nur zeigen, dass man nicht gezwungen ist, in dieser Beziehung die Verhältnisse bei Nautilus als ursprüngliche im Vergleich mit jenen der übrigen heute lebenden Cephalopoden zu betrachten. Wenn ich dennoch die Möglichkeit zugestehe, das Verhalten bei Nautilus als ein ursprüngliches anzusehen, so geschieht dies vor Allem aus einem anderen, später noch anzuführenden Grunde.

Bereits Ihering betrachtet die neue Niere als im Zusammenhang mit dem Auftreten eines neuen Paares von Kiemen entstanden. Ihering fasst jedoch die Neubildung einer zweiten Niere als einen Process einer metamerischen Wiederholung eines

Organes auf, womit meine oben auseinandergesetzte Ansicht nicht in Uebereinstimmung steht.

Als Folgerung der von mir angenommenen Entstehung der neuen Niere bei Nautilus ergibt sich, dass der gesammte Nierenapparat von Nautilus der einfachen Niere der Dibranchiaten entspricht, und dass man nicht etwa ausschliesslich die hintere Niere von Nautilus als Homologon der Dibranchiatenniere aufzufassen hat, was als eine Folgerung der Ihering'schen Auffassung erscheint.

Aus der vorhergegangenen Auseinandersetzung geht schon hervor, dass ich mit Ihering die hintere Kieme von Nautilus als Homologon der Dibranchiatenkieme, die vordere als eine neugebildete auffasse.

Was die grosse Höhle anbelangt, welche bei Nautilus Herz, Magen und die Genitaldrüse aufnimmt, so besteht kein Zweifel darüber, dass sie der secundären Leibeshöhle der Dibranchiaten homolog ist. Diesen Schluss hat bereits Vigelius gezogen und diese Höhle mit derjenigen der Dekapoden in nähere Beziehung gebracht.

In der That zeigt die Entwicklung der secundären Leibeshöhle von Sepia und Nautilus eine vollständige Uebereinstimmung. Auch bei Nautilus liegt das Herz mit den zuführenden Venen in dieser Höhle, und zwar in einem vorderen Abschnitte derselben, welcher von dem hinteren, den Magen und die Genitaldrüse aufnehmenden durch eine an der Unterseite vorspringende Falte unvollständig gesondert wird. Diese Falte, das Palliovisceralligament Huxley's, entspricht der an gleicher Stelle gelegenen Falte von Sepia. Ferner bestehen bei Nautilus dieselben Beziehungen der secundären Leibeshöhle zur Niere, allerdings in der Modification, dass die Mündung der Leibeshöhlencanäle anstatt in die Niere neben der Nierenöffnung direct in die Mantelhöhle führt.

In dem als Pericardialraum zu bezeichnenden vorderen Abschnitte der secundären Leibeshöhle finden sich noch zwei Paare von als „folliculäre Anhänge" bezeichneten drüsigen Körpern. Dieselben entsprechen den sogenannten Kiemenherzanhängen der Dibranchiaten, wie bereits Vigelius[1]) für möglich hielt. In ihrem Bau weisen die folliculären Anhänge noch ein sehr einfaches Verhalten auf, indem zahlreiche Falten in die Leibeshöhle entwickelt wurden, so dass Follikel entstanden. Sie stimmen, so-

[1]) Vigelius, Excretionssystem der Cephalopoden etc., pag. 169.

weit aus der Darstellung von Vigelius zu entnehmen ist, im Baue einigermassen mit der Pericardialdrüse von Eledone überein, indem auch bei Nautilus zahlreiche Oeffnungen in das Innere der Pericardialdrüse führen. Die Vierzahl der Pericardialdrüse bei Nautilus gegenüber der Zweizahl derselben bei den Dibranchiaten ergibt sich als Folge der Entwicklung einer neuen, mit dem Auftreten der vorderen Kieme entstandenen Kiemenvene.

Ich habe hier nur noch der zuerst von Owen beschriebenen sogenannten birnförmigen Blase („pyriform appendage") von Nautilus Erwähnung zu thun, deren Bedeutung erst in neuester Zeit durch Ray Lankester und Bourne[1]) aufgeklärt wurde. Die beiden Forscher zeigten, dass dieser Blindsack der rudimentäre linke Ei- respective Samenleiter ist. Ich stimme mit dieser Auffassung, zu welcher ich gleichfalls unabhängig geführt wurde, vollständig überein.

Die birnförmige Blase „ist an das Herz und der Vorderseite des Eierstockes befestigt", und zwar linkerseits. Sie läuft in einen dünnen Gang aus, „der im Grunde der Mantelhöhle nicht weit vom Ansatze der kleinen dorsalen Kieme nach aussen mündet", wie zuerst Keferstein[2]) zeigte.

Die Lagerung und die Beziehung der birnförmigen Blase zur Kiemenhöhle lassen die grosse Uebereinstimmung derselben mit einem Eileiter sofort in die Augen fallen. Noch viel auffallender wird die Aehnlichkeit, wenn wir einen unentwickelten Eileiter von Sepia zum Vergleiche heranziehen. Auch hier ist derselbe in diesem Zustande ein dünnwandiger Canal, welcher vorne in der secundären Leibeshöhle entspringt, bei Sepia zu dieser Zeit jedoch bereits die innere Oeffnung besitzt. Bei Nautilus ist keine innere Oeffnung vorhanden. Weiter wissen wir, dass der functionirende Eileiter bei Nautilus der rechtseitige ist. Somit steht nichts im Wege, die birnförmige Blase für den linken rückgebildeten Eileiter von Nautilus zu erklären. Ray Lankester und Bourne haben auch für das Männchen den linken Samenleiter beschrieben.

[1]) E. Ray Lankester and A. G. Bourne, On the Existence of Spengel's Olfactory Organ and of Paired Genital Ducts in the Pearly Nautilus. Quart. Journ. of Microsc. Scienc. Vol. XXIII. 1883, pag. 340.

[2]) W. Keferstein, Beiträge zur Anatomie des Nautilus pompilius. Nachrichten von d. kgl. Gesellsch. der Wissensch. zu Göttingen, 1865, pag. 369.

4. Vergleichende Darstellung der secundären Leibeshöhle bei den übrigen Mollusken.

Ich halte eine Besprechung der secundären Leibeshöhle bei den übrigen Mollusken für eng sich an die der Leibeshöhle bei den Cephalopoden anschliessend. Eine vergleichende Darstellung dürfte um so weniger überflüssig erscheinen, als eine solche im Zusammenhange noch nicht gegeben wurde, und dieselbe auch Gelegenheit bietet, einige neue Beobachtungen einzuschalten.

Fassen wir zu diesem Zwecke die Verhältnisse der Leibeshöhle bei den Cephalopoden nochmals kurz zusammen, wobei wir nur die Verhältnisse von Sepia als die wahrscheinlich phylogenetisch ältesten heranzuziehen brauchen. Bei Sepia ist die secundäre Leibeshöhle ein grosser Raum, welcher durch zwei Oeffnungen (Wimpertrichter) mit der Niere communicirt. Diese Höhle ist mit einem Epithel ausgekleidet und enthält in ihrem vorderen Abschnitte das Herz mit seinen zu- und abführenden Gefässen, die Kiemenherzen, sowie die vom Peritonealepithel aus entstandene Pericardialdrüse, in ihrem hinteren Abschnitte die Geschlechtsdrüse, welche ursprünglich wahrscheinlich dem Peritonealepithel selbst angehörte, und den Magen. Vorderer und hinterer Abschnitt der Leibeshöhle sind durch ein vorspringendes Septum unvollkommen geschieden.

In dem Umstande, dass die Höhlung der Geschlechtsdrüse noch als Theil der grossen Leibeshöhle erscheint, spricht sich ein phylogenetisch alter Zustand im Bau des Geschlechtsapparates bei den Cephalopoden aus, welcher an die einfachsten Verhältnisse der Würmer anschliesst.

Halten wir die Verhältnisse der secundären Leibeshöhle bei den Cephalopoden fest, so ist es nicht schwierig, die secundäre Leibeshöhle bei den übrigen Mollusken aufzufinden. Wie bereits Hancock und auch Ihering bemerkten, hat die secundäre Leibeshöhle der Cephalopoden hier im Pericardium ihr Homologon. Dies ist auch vollkommen richtig. Denn erstens finden wir diese Höhle bei den Schnecken sowohl als bei den Muscheln (Taf. III, Fig. 35 und 36) durch eine Oeffnung, den Wimpertrichter, wie bei den Cephalopoden, in Communication mit der Niere, und beobachten zweitens, dass dieselbe mit einem Epithel ausgekleidet ist, welches sich auf die in dieser Höhle gelegenen Organe umschlägt. Die epitheliale Auskleidung des Herzbeutels bei den

Muscheln wurde bereits von Hessling[1]), Griesbach[2]) und Sabatier[3]) beobachtet, für die Schnecken von Haller[4]) angegeben. Bei den Muscheln — ich nehme die Najaden hier als Beispiel — enthält diese Höhle, welche sich symmetrisch an der Dorsalseite des Leibes vor dem hinteren Schalenschliesser in viel grösserer Ausdehnung als bei den Schnecken entwickelt, ein Stück des Darmes und das Herz mit seinen beiden Vorhöfen (Fig. 35 Cs.). Bei den Schnecken (z. B. Helix) birgt sie nur das Herz und seinen Vorhof (Fig. 36 Cs).

Das Pericard ist jedoch nicht das alleinige Homologon der secundären Leibeshöhle. Es muss noch die Höhle der Genitaldrüse (G) als ursprünglicher Abschnitt derselben hinzugerechnet werden, wozu der zeitlebens bestehende Zusammenhang der Höhlung der Genitaldrüse mit dem Pericardialraum bei Sepia den Anhaltspunkt bietet. Denken wir uns die bei Sepia vorkommende untere Falte, welche Pericardialraum und Genitalkapsel unvollkommen scheiden, bis auf die gegenüberliegende Wand fortgesetzt und mit dieser verwachsen, so erhalten wir eine geschlossene, mit der Niere communicirende Pericardialhöhle und eine geschlossene Geschlechtsdrüse, welche sich jetzt direct in den Ausführungsgang fortsetzt, also diejenigen Verhältnisse, wie sie sich bei fast allen übrigen Mollusken finden. Sepia repräsentirt somit nicht nur in der Communication zwischen Pericardialraum und Genitalkapsel, sondern auch in der ersten Ausbildung einer Scheidewand ein Entwicklungsstadium der Zustände bei den übrigen Mollusken.

Die secundäre Leibeshöhle, nach Ausschluss der Höhle der Genitaldrüse, weist, wie wir sahen, bei den Muscheln und Schnecken eine geringe räumliche Ausdehnung auf, in Folge dessen sich nur wenige Organe in derselben befinden: bei den Muscheln ein Stück des Darmes, sowie das Herz mit den beiden Vorhöfen; bei den Schnecken bloss das Herz und der Vorhof, der aber auch noch fast vollständig ausgeschlossen sein kann, wie dies z. B. bei Phyllirhoë der Fall ist. Niemals aber ist die Herzkammer ausgeschlossen. Nur bei den Octopodiden finden wir das Herz vollständig

[1]) Th. v. Hessling, Die Perlmuscheln und ihre Perlen, Leipzig 1859.

[2]) Griesbach, Ueber den Bau des Bojanus'schen Organes der Teichmuschel etc., pag. 86.

[3]) A. Sabatier, Anatomie de la moule commune. Ann. de scienc. natur., 6. sér., t. V. Paris 1877, pag. 80—83.

[4]) B. Haller, Die Organisation der Chitonen der Adria. Arbeiten d. zoolog. Instit. zu Wien, t. IV, H. 3, 1882, pag. 63, Anmkg. 2.

ausserhalb der secundären Leibeshöhle. Bei ihnen beschränkt sich die letztere auf die Höhle der Geschlechtsdrüse nebst den beiden Verbindungsgängen zur Niere und deren flaschenförmigen Nebenräumen. Bei den Octopodiden erfährt somit die secundäre Leibeshöhle die weitestgehende Reduction, und wir haben also unter den heute lebenden Cephalopoden beide Extreme der Entwicklung der secundären Leibeshöhle vertreten, die grösste Ausdehnung bei den Decapodiden, die geringste bei den Octopodiden.[1])

Bei Besprechung der Leibeshöhle der Muscheln habe ich noch eines Organes zu gedenken, welches der Leibeshöhle angehört.

Keber[2]) hat zuerst bei der Teichmuschel ein nach seiner Meinung wahrscheinlich bereits von Poli als Viscus testaceum beschriebenes Organ einer eingehenderen Beobachtung gewürdigt, welches an der Dorsalseite, und zwar an der vorderen Wand des Pericardialraumes, gelegen ist, und das er als „rothbraunes Organ" bezeichnete. Keber fand, dass sich dieses Organ von dem Pericardialraum aus aufblasen lässt, und zwar durch Oeffnungen, welche in dem vorderen Theile („Nebenhöhle") des Pericardialraumes liegen. Es ist nämlich der vorderste Abschnitt des Pericardialraumes, da, wo der Darm in denselben eintritt, sehr verengt und durch eine an der Seite entspringende Leiste von dem weiten hinteren, das Herz einschliessenden Theile des Pericardialraumes geschieden. (Vergl. Taf. III, Fig. 35.) In diesem vorderen Abschnitte nun findet man nach Zurückschlagung des Darmes jederseits im hinteren Winkel den Eingang des zur Niere (N) führenden Wimpertrichters (W). Nach vorn von dem Trichtereingang liegen zwei oder mehr Oeffnungen, welche in das sog. rothbraune Organ (Pd) führen. Keber hielt letzteres Organ für den Ausführungsgang des von ihm als „Schalendrüse" aufgefassten, nach seiner Meinung blindgeschlossenen Bojanus'schen Organes — oder genauer des als „Bojanus'scher Körper" bezeichneten inneren Abschnittes desselben. Keber sprach die Ansicht aus, dass wahrscheinlich der im Bojanus'schen Organ erzeugte „Schalenbildungsstoff" „im Herzbeutel als seinem Reservoir sich ansammle und von hier aus

[1]) Dass die Leibeshöhlencanäle bei Argonauta und Philonexis (Tremoctopus) Carenae fehlen, wie Brock (Versuch einer Phylogenie der dibranchiaten Cephalopoden, pag. 232) und Vigelius (Ueber das Excretionssystem der Cephalopoden, pag. 159) für erstere, Brock (a. eben a. Stelle) für letztere angibt, scheint mir unwahrscheinlich.

[2]) G. A. F. Keber, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Weichthiere. Königsberg 1851, pag. 23–27.

je nach dem jedesmaligen Naturbedürfnisse vermittelst des netzförmig durchbrochenen rothbraunen Organs als seines Ausführungsganges nach der äusseren Mantelschicht und so an seinen Bestimmungsort" — „zwischen Mantel und Schale" — „geleitet werde".

Später untersuchte C. Langer[1]) dieses Organ. Nach Langer ist das rothbraune Organ „ein integrirender Theil des Mantels, der durch die von Keber entdeckten Oeffnungen in's Pericardium die Wasseraufnahme in das Blut des Thieres vermittelt". Langer gelangte zu dieser Anschauung vor Allem durch das Resultat seiner Injectionen, die vom Atrium aus eine Injection des rothbraunen Organes und einen Austritt der Masse in den Pericardialraum ergaben, andererseits umgekehrt Masse vom Pericard durch das rothbraune Organ in das Atrium gelangen liessen. Ebenso betrachten Rengarten[2]), Hessling[3]) und Griesbach[4]) die in das rothbraune Organ führenden Oeffnungen als Communicationswege zwischen dem umgebenden Medium und dem Körperinnern.

Meine eigenen Untersuchungen ergaben, dass in dem rothbraunen Organe Keber's in der That ein System von Räumen vorliegt, welches durch die von Keber entdeckten Oeffnungen mit dem Pericardium communicirt. Eine genauere Untersuchung dieses Organes bei Unio pictorum durch Anfertigung einer Schnittreihe zeigte, dass dasselbe aus zahlreichen, den Oeffnungen zustrebenden Blindsäckchen zusammengesetzt ist (Fig. 35 Pd), und dass diese Blindsäcke von einem Epithel bekleidet werden, welches sich direct in das Epithel des Pericards fortsetzt.

Ich übergehe hier eine genauere Beschreibung des Baues dieses Organes[5]), weil die eben gemachten Angaben genügen, die morphologische Bedeutung desselben erkennen zu lassen.

---

[1]) C. Langer, Das Gefässsystem der Teichmuschel. II. Abtheilung. Denkschriften d. kais. Akademie d. Wissenschaften. XII. Bd. Wien 1856, pag. 43 (pag. 9 des Separatabdruckes).

[2]) L. v. Rengarten, De Anodontae vasorum systemate. Dorpati 1853, pag. 48 u. ff.

[3]) Hessling, a. a. O., pag. 238.

[4]) H. Griesbach. Ueber das Gefässsystem und die Wasseraufnahme bei den Najaden und Mytiliden. Zeitschr. für wiss. Zoolog., 38. Bd., 1. Heft, 1883, pag. 18.

[5]) In einer späteren Arbeit soll dieses Organ genauer beschrieben und abgebildet, sowie auch die einschlägige Literatur eingehend besprochen werden.

Die Thatsache, dass das rothbraune Organ Keber's ein Epithel besitzt, welches mit dem des Pericards in Continuität steht, lässt sich anders so ausdrücken, dass das rothbraune Organ durch Ausstülpung vom Pericardialepithel entstanden ist. Es stimmt dasselbe daher mit der Pericardialdrüse der Cephalopoden seinem Baue und seiner Zugehörigkeit nach überein, und ich betrachte demnach das rothbraune Organ Keber's als Homologon der Pericardialdrüse der Cephalopoden und bezeichne es deshalb auch mit diesem Namen.

Doch muss ich kurz bemerken, dass, soweit es bis jetzt aus meinen Untersuchungen hervorgeht, die Pericardialdrüse wahrscheinlich nicht dem ganzen rothbraunen Organe von Keber entspricht, sondern nur einem Theile desselben, indem Keber wohl benachbarte Theile, welche nicht zu diesem Organ gehören, noch für dazugehörig hielt.

Von der Pericardialdrüse der Cephalopoden unterscheidet sich die von Unio im Wesentlichen dadurch, dass die Ausstülpungen des Pericardialepithels nicht in den Pericardialraum hineingehängt, sondern ausserhalb desselben in das umgebende Bindegewebe eingelagert sind.

Nach meinem Untersuchungsresultate bin ich der Ueberzeugung, dass das nicht regelmässige Eindringen von Injectionsmasse in das rothbraune Organ bei einer vom Atrium aus vorgenommenen Injection, sowie das nur „gelegentliche" Vordringen der in den Pericardialraum eingespritzten Masse durch das rothbraune Organ in das Atrium, wie C. Langer beobachtete, nur auf einen Durchriss der Gefässe, resp. der Blindsäckchen des rothbraunen Organes zurückzuführen ist. Bereits Keber machte die Beobachtung, dass Quecksilber, in das rothbraune Organ injicirt, in die Vorkammer gelangt, betrachtete dies jedoch als Folge eines eingetretenen Risses.

Was die Function dieses Organes bei den Muscheln anbelangt, so bemerke ich nur, dass die für die Pericardialdrüse der Cephalopoden gemuthmasste Bedeutung desselben als einer Art Excretionsorganes in dem Bau dieses Organes bei den Muscheln keinen Widerspruch findet.

Ueber die Verbreitung der Pericardialdrüse bei den Muscheln müssen erst weitere Untersuchungen Auskunft geben. Die von Sabatier[1]) beschriebenen bräunlich-grünlichen, drüsigen Anhänge

[1]) A. Sabatier a. a. O.

des Vorhofes und der zuführenden Vene bei Mytilus sind Bildungen, welche ich als hierhergehörig betrachte.

Ich habe die Pericardialdrüse hier vor Allem deshalb erwähnt, weil ihr Vorkommen einen weiteren Beweis für die Homologie des vorderen Abschnittes der secundären Leibeshöhle der Cephalopoden mit dem Pericardialraum der Muscheln liefert.

Die Zugehörigkeit der Höhlung der Geschlechtsdrüse zur secundären Leibeshöhle geht aber auch aus dem Verhalten der Genitaldrüse bei einigen an der Wurzel des Schneckenstammes stehenden Molluskenformen, nämlich den Solenogastres, sowie den niedrigsten Gasteropoden, den Chitonen, hervor.

Bei den Solenogastres (den Gattungen Neomenia, Proneomenia, Chaetoderma) besteht nach den Untersuchungen von Hansen[1]), Hubrecht[2]), sowie Kowalevski und Marion[3]) zeitlebens eine Verbindung der Genitalkapsel mit dem Pericardium, indem die Genitaldrüsen mit paarigen Gängen in das letztere führen, von wo ein paariger, vielfach gebogener und mit Drüsen ausgestatteter Canal nach aussen führt, dessen letzter am Ende mit dem der anderen Seite verschmelzender Abschnitt als Niere aufgefasst wird, so dass die Ausfuhr der Geschlechtsproducte aus der Leibeshöhle durch die Nieren erfolgt. Hubrecht fasst mit Recht diesen Zustand des Urogenitalapparates als einen ursprünglichen auf, den die höheren Mollusken wahrscheinlich durchlaufen haben, und bezeichnet das Pericard auch richtig als die sehr reducirte Leibeshöhle („the much reduced body-cavity"), in welche die Genitalproducte entleert werden. Nur in einem Punkte muss ich die Auffassung Hubrecht's modificiren, nämlich dahin, dass nicht nur das Pericard, sondern auch die Höhle der Genitaldrüse als Theil der Leibeshöhle zu betrachten ist.

Bei den Chitonen finden wir an die Neomenien anschliessende, jedoch bereits eine weitere Entwicklungsstufe repräsentirende Verhältnisse in der Ausbildung der Leibeshöhle. Nach B. Haller's[4]) Angaben besitzt die secundäre Leibeshöhle, die richtig

[1]) G. A. Hansen, Anatomisk Beskrivelse af Chaetoderma nitidulum. Lovén. Nyt magazin for naturvidenskaberne. Bd. XXII, 1877, pag. 354.

[2]) A. Hubrecht, Proneomenia Sluiteri. Niederländ. Arch. für Zoologie. 1. Supplbd., 2. Heft, 1881.

[3]) A. Kowalevski und A. F. Marion, Études sur les Neomenia. Zoolog. Anzeiger. V. Bd., Nr. 103, pag. 61.

[4]) B. Haller, Die Organisation der Chitonen der Adria, pag. 63.

als solche aufgefasst ist, eine grosse Ausdehnung und nimmt auch den Verdauungstract auf. Diese Höhle steht jedoch nicht mit den weiteren Abschnitten der secundären Leibeshöhle, nämlich dem Pericard und der Genitaldrüse, in offener Communication, sondern bleibt von derselben getrennt. Aber auch Pericard und Genitaldrüse sind von einander geschieden und besteht zwischen diesen keine Communication mehr. Es lassen sich jedoch nach Haller die Stellen des ursprünglich vorhandenen Zusammenhanges nachweisen. B. Haller beschreibt zwischen dem hinteren Ende der Genitaldrüse und dem Pericard einerseits, andererseits zwischen dem vorderen Ende der Geschlechtsdrüse und dem grossen, den Darm aufnehmenden Theil der Leibeshöhle, Bändchen. „Diese Bändchen" hält Haller „für eingeschnürte Abschnitte des Leibesepithels, die sich nachher rückbildeten". Sie repräsentiren uns die letzten Spuren des ehemals zwischen allen Theilen vorhandenen offenen Zusammenhanges. Die Beziehung zwischen Niere und Pericard besteht nach Haller nicht, während dieselbe nach Sedgwick[1]) und van Bemmelen[2]) vorhanden ist.

Diese eben kurz berührten Verhältnisse der secundären Leibeshöhle bei den Solenogastres und Chitonen liefern einen Beweis für die Richtigkeit obiger Ableitungen.

5. Die Morphologie und die Verwandtschaftsverhältnisse der Cephalopoden.

Die primitiven Verhältnisse, welche sich bei den Cephalopoden im Bau des Genitalapparates, sowie dem Verhalten der secundären Leibeshöhle ausprägen, lassen natürlich wieder die Frage aufwerfen, in welchem verwandtschaftlichen Verhältnisse die sonst so hoch über den übrigen Mollusken stehenden Cephalopoden zu den anderen Molluskengruppen stehen, und wo die Stammformen zu suchen sind, von denen aus die Cephalopoden ihren Ursprung genommen haben.

Die Versuche, die Morphologie des Cephalopodenkörpers im Vergleich mit den übrigen Mollusken festzustellen, welche durch

[1]) A. Sedgwick, On certain points in the Anatomy of Chiton. Proceedings of the Royal soc. 1881.

[2]) J. F. van Bemmelen, Zur Anatomie der Chitonen. Zoolog. Anzeiger, VI. Jahrg., Nr. 142, 1883, pag. 340.

Lovén[1]), R. Leuckart[2]) und Huxley[3]) begründet wurden, führten auf die Pteropoden als diejenigen Formen unter den heute lebenden Mollusken hin, auf welche allein die Zurückführung der Cephalopoden möglich ist. Seit jener Zeit werden allgemein die Pteropoden als die Stammformen der Cephalopoden betrachtet. Eine mit Rücksicht auf die stammesgeschichtliche Forschung etwas bestimmtere Fassung hat diese Ableitung der Cephalopoden zuerst durch E. Haeckel[4]) gefunden, nach welchem die Cephalopoden einen sehr alten, frühzeitig von dem übrigen Schneckenstamm abgezweigten Seitenstamm bilden, der sich unabhängig von den übrigen Schnecken aus Pteropoden entwickelt hat. Dieselbe Ansicht findet sich später auch durch Blake[5]) ausgesprochen, welcher den Cephalopodenstamm durch Pteropoden sich vom Hauptstamme der Mollusken zu einer Zeit abzweigen lässt, bevor die übrigen Gasteropoden sich entwickelt haben.

Dagegen sprach Ihering[6]) entgegen seiner früheren[7]) mit der vorhergehenden Auffassung übereinstimmenden zuerst die Ansicht aus, „dass die Muscheln, Dentalien und niedersten Arthrocochliden den Cephalopoden weit näher stehen als die Pteropoden". Ihering hat dabei mit vollem Rechte auf den Geschlechtsapparat und die Niere hingewiesen, in denen sich bei Pteropoden und Cephalopoden so bedeutende Verschiedenheiten herausstellen, zudem gerade die Cephalopoden in der Paarigkeit der Niere und in dem Zusammenhang der Genitalkapsel mit dem Pericardium zweifellos ursprünglichere Verhältnisse als die Pteropoden aufweisen.

Im selben Jahre hat auch Spengel[8]) die Schwierigkeit der Zurückführung der Cephalopoden auf Pteropoden als ihren Stamm-

[1]) S. Lovén, Beiträge zur Kenntniss der Entwicklung der Mollusca Acephala Lamellibranchiata. Aus den Abhandlg. d. k. schwed. Acad. d. Wissensch. für das Jahr 1848 übersetzt. Stockholm 1879.

[2]) R. Leuckart, Ueber die Morphologie und die Verwandtschaftsverhältnisse der wirbellosen Thiere. Braunschweig 1848, pag. 152—160.

[3]) Th. H. Huxley, On the Morphology of the Cephalous Mollusca. Philos. Transact. 1853.

[4]) E. Haeckel, Generelle Morphologie der Organismen. Berlin 1866, II. Bd., pag. CXV.

[5]) J. F. Blake, On the Homologies of the Cephalopoda. Ann. and Magaz. of natur. hist. 5. ser. vol. IV. London 1879, pag. 305.

[6]) H. v. Ihering, Ueber die Verwandtschaftsbeziehungen der Cephalopoden. a. a. O. pag. 4.

[7]) H. v. Ihering, Vergleichende Anatomie des Nervensystems und Phylogenie der Mollusken. Leipzig 1877, pag. 273.

[8]) J. W. Spengel, Die Geruchsorgane und das Nervensystem der Mollusken. Zeitschr. f. wiss. Zoolog., Bd. 35, 1881, pag. 381, Anmkg. 1.

formen hervorgehoben und fühlte sich zu der Annahme geführt, „dass die Cephaloconen der gymnosomen Pteropoden schon einer noch symmetrischen Stammform eigen waren, von denen sich beide Classen abgeleitet haben".

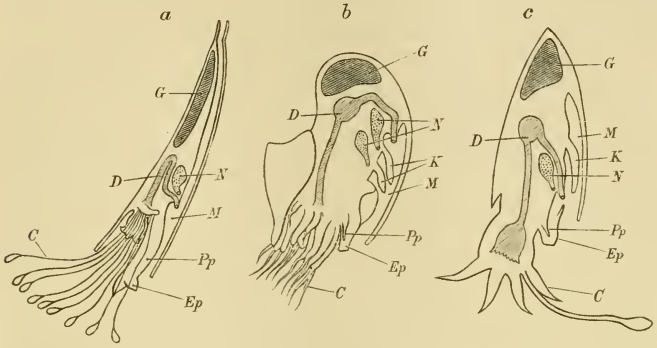
Ich muss der zuletzt von Ihering ausgesprochenen Ansicht vollkommen beistimmen, und es wird nun meine Aufgabe sein, zu zeigen, welcher der von Ihering angeführten, heute lebenden Molluskengruppen die Cephalopoden am nächsten stehen, ob unter denselben nicht eine als Stammform oder präciser ausgedrückt, als der Stammform nahestehende Form bezeichnet werden kann, und in welchem Verwandtschaftsverhältnisse die bisher in der Regel als Stammformen betrachteten Pteropoden zu den Cephalopoden stehen.

Ihering hat an einem anderen Orte[1]) ausgesprochen, dass die Cephalopoden zu keiner von den heute lebenden Mollusken nähere verwandtschaftliche Beziehungen besitzen; ich will die betreffende Stelle aus der eben angezogenen Abhandlung Ihering's wörtlich hier anführen, was um so gebotener erscheinen dürfte, als dieselbe zur Erläuterung dafür dient, wie die früher von mir citirte Stelle von Ihering aufgefasst werden muss. Ihering schreibt: „Ich beschränke mich darauf — hinzuweisen, dass die Ansicht von der Verwandtschaft der Pteropoden und Cephalopoden wohl als unhaltbar aufzugeben ist, und dass vielmehr die Cephalopoden sich als eine selbständige, keine näheren Beziehungen zu irgend welchen lebenden Mollusken aufweisende Gruppe herausstellen, deren Ursprung auf dieselbe Gruppe von Würmern zurückgeht, aus denen auch die Muscheln, Dentalien und Cochliden hervorgegangen sind." Nach Ihering wäre demnach keine der heute lebenden Molluskengruppen näher mit den Cephalopoden verwandt.

Ein eingehenderer Vergleich der Cephalopoden mit den hier in Betracht kommenden drei Gruppen der Muscheln, Dentalien und niedersten Gasteropoden weist jedoch alsbald auf die Dentalien (Scaphopoden) als diejenige Molluskengruppe hin, welche einen näheren Vergleich mit den Cephalopoden zulässt, und führt auch weiter zu dem Resultate, dass die Dentalien geradezu als Reste von Stammformen, resp. als die Stammformen der Cephalopoden zu betrachten sind.

[1]) H. v. Ihering, Die Aptychen als Beweismittel für die Dibranchiatennatur der Ammoniten. Neues Jahrbuch f. Mineralogie, Geolog. und Palaeontologie, 1881, Bd. I, pag. 48.

Zum Beweise für die Richtigkeit dieser Ableitung soll in Folgendem die Uebereinstimmung in den Organisationsverhältnissen zwischen Scaphopoden und Cephalopoden an der Hand nebenstehender Schemata näher geprüft werden.



Schematische Darstellung des Baues von *a*. Dentalium, *b*. Nautilus, *c*. Sepia, zur Erläuterung der Homologieen. — *C* Cirrhen resp. Kopfarme, *Pp* unpaarer Abschnitt des Fusses (Protopodium), *Ep* paariger Abschnitt des Fusses (Epipodium), *M* Mantelhöhle, *D* Darm, *G* Genitaldrüse, *N* Niere, *K* Kieme.

Bei einem solchen Vergleich dürfen natürlich zunächst nicht die Eigenthümlichkeiten der Dibranchiaten, sondern müssen jene der Tetrabranchiaten herangezogen werden.

Dentalium stimmt mit den Cephalopoden zunächst in der nur in geringfügigen Punkten gestörten bilateralen Symmetrie des Körpers, in dem hohen thurmförmig erhobenen Eingeweidesacke und in der Entwicklung der Mantelhöhle an der Hinterseite des Eingeweidesackes überein. Rücksichtlich der besonderen Gestaltung der Mantelhöhle besteht der Unterschied, dass sich die letztere bei Dentalium nach oben öffnet, während dies bei den Cephalopoden nicht der Fall ist. Diese Eigenthümlichkeit muss jedoch als eine specielle Erwerbung von Dentalium betrachtet werden. Gemäss der eigenthümlichen Entwicklung des Mantels ist auch das Abscheidungsproduct des letzteren, die Schale, röhrenförmig gestaltet, indem dieselbe an beiden Enden mit einer Oeffnung versehen ist. Unter den heute lebenden Cephalopoden kommt Nautilus eine allseitig entwickelte, das Thier aufnehmende Schale zu, welche jedoch, entsprechend dem hinten blind geschlossenen

Mantel gleichfalls am Ende geschlossen ist.[1]) Bei den meisten übrigen heute lebenden Cephalopoden ist die Schale rudimentär und eine innere geworden, oder fehlt vollständig.

Auch möchte ich als übereinstimmend auf die Concavität der vorderen Seite des Eingeweidesackes sowohl bei Dentalium als bei Nautilus hinweisen, ohne jedoch dieselbe mit voller Bestimmtheit als vererbt annehmen zu können.

Was den Fuss anbelangt, so ist derselbe bei Dentalium cylindrisch gestaltet und endet dreitheilig, indem zu dem dreieckig zulaufenden Mitteltheile jederseits ein kleiner Lappen hinzukommt. Andererseits unterscheidet man am Trichter der Cephalopoden, zunächst an dem von Nautilus, zwei Trichterlappen und die Klappe. Erstere entsprechen den mächtig entfalteten paarigen Seitenlappen des Dentaliumfusses, letztere dem Ende des im Vergleich zu Dentalium weit reducirten unpaaren Fussabschnittes, welchem bei Nautilus und den übrigen Cephalopoden noch das hintere sich an die Klappe anschliessende Verbindungsstück der paarigen Lappen zuzurechnen ist. Die Deutung der Trichterklappe als unpaarem Fussabschnitt findet sich zuerst bei Ihering. Die Verwachsung der paarigen Lappen zum Trichterrohre, welche für alle Dibranchiaten gilt, sowie das Fehlen der Trichterklappe bei den Octopodiden sind secundäre Erscheinungen und durch Weiterbildung, resp. Rückbildung eines ursprünglich vorhandenen Theiles zu erklären.

Besonders bemerkenswerth ist bei Dentalium der dorsalwärts vom Fusse gelegene Mundkegel, sowie die beiden an seiner Basis entspringenden mit zahlreichen Cirrhen ausgestatteten Lappen. Bei den Cephalopoden finden wir an gleicher Stelle den mit den Armen ausgestatteten Kopf. Bei Dentalium vermissen wir im Zusammenhang mit dem Mangel an Sinnesorganen die Absetzung des vorderen Körperabschnittes als Kopf. Der kleine kegelförmige Zapfen, an dessen Spitze der von Fransen umgebene Mund liegt, kann, wie bereits Lacaze-Duthiers[2]) hervorhob, nicht als Kopf angesprochen werden. Er ist bloss dem Mundkegel der Cephalopoden zu vergleichen, wobei der gefranste Lippenrand der

[1]) An einen Vergleich des Sipho's und der mit der Entwicklung desselben zusammenhängenden Oeffnung in der Kammerscheidewand bei Nautilus mit der oberen Oeffnung des Mantels und der Schale von Dentalium ist natürlich gar nicht zu denken.

[2]) H. Lacaze-Duthiers, Histoire de l'organisation et du développement du Dentale. Ann. d. scienc. natur. IV. sér., t. VIII, 1857, pag. 33.

Cephalopoden den Lippenfransen von Dentalium entspricht. Die zahlreichen Cirrhen von Dentalium an den beiden an der Basis des Mundkegels entspringenden Wülsten betrachte ich als Homologa der Kopfarme der Cephalopoden. Ich befinde mich hierin in Uebereinstimmung mit Sars[1]), welcher gleichfalls die Tentakel von Dentalium mit den Kopfarmen der Cephalopoden homologisirte. Hier zeigen zunächst die auf Lappen entspringenden zahlreichen Cirrhen von Nautilus die grosse Aehnlichkeit mit den Kopfcirrhen von Dentalium. Ich stimme daher in Consequenz meiner Vergleichung Ihering[2]) bei, wenn er von den Armen der Dibranchiaten und denen von Nautilus sagt, dass sie „nicht direct auf einander beziehbar sind", halte dagegen die Ansicht Valenciennes'[3]) welche auch von R. Leuckart, in neuerer Zeit von Blake[4]) vertreten wird, dass die Tentakel von Nautilus morphologisch den Saugnäpfchen, welche hier als Scheiden ihres zu einem Tentakel verlängerten warzenförmigen Kernes modificirt erscheinen, und dass die musculösen Stämme, welchen die Tentakel gruppenweise angehören, den Armen der übrigen Cephalopoden entsprechen, für nicht richtig. Ueberdies führt die letztere, so wenig dieselbe von vornherein Unwahrscheinliches an sich trägt, zu der Annahme von nur acht Armen für die Stammformen der Dibranchiaten, während die Zehnzahl als die ursprüngliche angesehen werden muss. Blake hat die Umwandlung einer Tentakelgruppe beim männlichen Nautilus zum Spadix als Beweis für die Homologie einer ganzen Tentakelgruppe mit einem Kopfarm der Dibranchiaten herangezogen. Ich vermag jedoch in dieser Spadixbildung kein Hinderniss für die entgegengesetzte auch von mir vertretene Auffassung eines einzelnen Nautilustentakels als Homologon eines Dibranchiatenarmes zu erblicken.

Die Zehnzahl der Kopfarme der Dibranchiaten, sowie ihre Ausstattung mit Saugnäpfen sind als secundäre Entwicklungen aufzufassen und durch Reduction der Tentakel von Nautilus an Zahl sowie secundärer Ausstattung derselben mit Saugnäpfen entstanden zu denken. Demnach würde ein Arm von Sepia

[1]) Angeführt nach Bronn's Classen und Ordnungen etc. III., pag. 547.

[2]) Ihering, Ueber die Verwandtschaftsbeziehungen der Cephalopoden, pag. 15; ferner bereits in: Vergleichende Anatomie des Nervensystemes und Phylogenie der Mollusken. Leipzig 1877, pag. 276.

[3]) A. Valenciennes, Nouvelles Recherches sur le Nautile flambé (Nautilus Pompilius Lam.). Archives du Muséum d'hist. natur., t. II, Paris 1841, pag. 275.

[4]) Blake a. a. O. pag. 310 und 311.

einem Tentakel von Nautilus und Dentalium entsprechen, Diese Auffassung hat auch Owen[1]) gegenüber Valenciennes vertreten und hat sich Keferstein[2]) derselben ebenfalls angeschlossen. Die Achtzahl und die im Vergleich zum Körper so ausserordentliche Entwicklung der Arme bei den Octopodiden sind weitere in gleicher Richtung fortgeschrittene Umbildungen innerhalb der Dibranchiaten.

Gehen wir zur inneren Organisation über und betrachten zunächst den Darmcanal, so finden wir bei Dentalium einen U-förmig gebogenen Darm, welcher am Mundkegel mit der Mundöffnung beginnt und hinter dem Fusse ventralwärts durch den After in die Mantelhöhle mündet. In der Mundhöhle liegt eine Radula. Ganz dasselbe gilt für die Cephalopoden. In den Darm mündet bei Dentalium und ebenso bei den Cephalopoden eine paarige Leber ein.

Die Nieren sind bei Dentalium paarig. Sie liegen zu beiden Seiten des Enddarmes und münden durch je eine Oeffnung neben dem After in die Mantelhöhle. Dasselbe Verhalten weisen die Cephalopoden auf, unter denen die Octopodiden die ursprünglichen Verhältnisse im Excretionsapparat am besten bewahrt haben, während bei den Dekapodiden Verschmelzungen der beiden Nierensäcke eingetreten sind. Die bereits früher besprochenen Eigenthümlichkeiten im Harnapparat von Nautilus haben sich als aus dem der Dibranchiaten ableitbar herausgestellt.

Die Genitaldrüse nimmt bei Dentalium den obersten Theil des Leibes ein. In Uebereinstimmung damit finden wir bei den Cephalopoden die Geschlechtsdrüse in der Spitze des Eingeweidesackes gelegen. Was den Ausführungsgang der Genitaldrüse anbelangt, so ist derselbe bei Dentalium bloss rechterseits entwickelt und führt durch die rechte Niere nach aussen. In der bloss einerseitigen Entwicklung des Ausführungsganges zeigt Dentalium keine ursprünglichen Verhältnisse, in der Einmündung desselben in die Niere jedoch ein ursprüngliches, an einfache Zustände sich anschliessendes Verhalten. Bei den Cephalopoden dagegen hat sich die ursprüngliche Paarigkeit des Ausführungsganges bei zahlreichen Formen, und gerade solchen, welche als phylogenetisch alte mit Recht betrachtet werden, erhalten; hingegen findet sich nirgends eine Einmündung des Ausführungsapparates zunächst

[1]) R. Owen, On the Structure and Homology of the Cephalic Tentacles in the Pearly Nautilus. Ann. of nat. hist. vol. XII, 1843, pag. 310—311.

[2]) W. Keferstein, Beiträge zur Anatomie des Nautilus pompilius, pag. 362.

in die Niere, indem die Ausmündung desselben stets direct in die Mantelhöhle erfolgt. Es wird jedoch durch die aus den vorhergehenden Vergleichspunkten bereits zur Genüge hervorgehende nahe Beziehung zwischen Dentalium und den Cephalopoden umgekehrt wahrscheinlich gemacht, dass bei den Vorfahren der heute lebenden Cephalopoden die Ausführungsgänge der Genitaldrüse durch die Niere nach aussen führten, was weiter in der Entwicklungsreihe zurückverfolgt, die Ausführungsgänge auf Theile des Excretionsapparates zurückführen lässt. Ich hebe dies besonders hervor, weil Ihering[1]) zu einer gegentheiligen Anschauung hinneigt: „Eine Nothwendigkeit, die ausführenden Geschlechtswege der Cephalopoden auf Segmentalorgane zurückzuführen, liegt aber keineswegs vor, ja lässt sich wohl sogar ausschliessen. Denn es existiren ja bei den Cephalopoden echte paarige, als Harnsäcke bezeichnete Nieren." Wenn letzteres die Begründung Ihering's für die von ihm vertretene Ansicht sein soll, so ist dieselbe als vollkommen unhaltbar zu betrachten. Denn das Vorhandensein der Niere kann kein Beweis gegen die Entstehung des Ausführungsganges aus derselben sein, da sich auf Grund vergleichend anatomischer Betrachtung rücksichtlich des Verhaltens des Ausführungsganges der Genitalorgane bei den Muscheln ableiten lässt, dass der Ausführungsgang bloss ein abgespaltener Theil der Niere ist. Uebrigens muss bemerkt werden, dass Ihering früher[2]) für die Arthrocochliden, Muscheln und Solenoconchen eine mit der eben entwickelten gleiche Auffassung vertreten hat.

In allen bisher angeführten Punkten lassen sich die Cephalopoden mit Dentalium ohne Schwierigkeit in Uebereinstimmung bringen. Es müssen jedoch noch einige den Cephalopoden zukommende, den Dentalien jedoch fehlende Organe besprochen werden, nämlich die Augen, die Kiemen und das Herz. Der Mangel der Augen wird einer näheren Zusammenstellung der Cephalopoden und Dentalien kaum ein Hinderniss bieten können, sobald festgehalten wird, dass Dentalium eine im Schlamme grabende Form ist, während die Cephalopoden pelagisch leben. Ebensowenig erscheint das Fehlen von Kiemen bei Dentalium als eine Schwierigkeit bei einem Vergleiche. Von grösserem Belang ist der Mangel des Herzens, welches, soweit unsere Kenntnisse reichen,

[1]) Ihering, a. eben a. O. pag. 6.

[2]) H. v. Ihering, Zur Morphologie der Niere der sog. „Mollusken". Zeitschrift f. wiss. Zoolog. XXIX. Bd., 1877, pag. 588—589.

sonst bei keinem Mollusken, selbst nicht den einfachsten Formen unter denselben, den Neomenien, fehlt. Immerhin kann auch dieser Mangel nicht als Hinderniss eines näheren Vergleiches zwischen Dentalien und Cephalopoden betrachtet werden, da ja sonst ein Vergleich von Dentalium mit den anerkannt nächststehenden Mollusken, welche alle ein Herz besitzen, die gleiche Schwierigkeit böte, was doch mit Rücksicht auf sonst zweifellos bestehende nahe Verwandtschaft sicherlich nicht der Fall ist. Uebrigens bieten auch andere Gruppen im Thierreich Beispiele, aus denen zu ersehen ist, wie nahestehende Familien sich durch den Mangel der Kreislaufsorgane unterscheiden. Ich erinnere hier nur an die Cyclopiden (ohne Herz) und Calaniden (mit Herz) unter den freilebenden Copepoden.

Wie verhält es sich bei den Solenoconchen mit der secundären Leibeshöhle? Ist eine solche vorhanden? Lacaze-Duthiers[1]) hat bei Dentalium einen an der Ventralseite hinter den Nieren gelegenen Peritonealsack beschrieben. Die Deutung desselben als einen Theil der secundären Leibeshöhle halte ich für nicht unwahrscheinlich. Lacaze-Duthiers beschreibt aber auch zwei in der Nähe der Nierenöffnungen gelegene Oeffnungen, durch welche das Blutlacunensystem mit der Aussenwelt in Verbindung stehen soll. Ich kann hier, auch mit Rücksicht darauf, dass ich ein Geöffnetsein des Blutgefäss-Systems nach aussen für unmöglich halte, nicht unterdrücken, diese beiden neben der Nierenöffnung gelegenen Oeffnungen den Oeffnungen der secundären Leibeshöhle bei Nautilus zu vergleichen. Dieselben würden somit den Wimpertrichtern der Molluskenniere entsprechen. Natürlich würde dann der Raum, in welchen diese Oeffnungen führen („Perianalsinus" L. D.), nicht dem Blutgefäss-Systeme, sondern der secundären Leibeshöhle angehören. Für meine Deutung der in Frage stehenden Oeffnungen als Homologa des Wimpertrichters führe ich den Mangel eines Wimpertrichters an der Niere bei Dentalium an, während, nach den bisherigen Beobachtungen zu schliessen, wohl allen Mollusken ein Wimpertrichter zukommt. Eine erneuerte, auf diese Punkte gerichtete Untersuchung von Dentalium erscheint zur Entscheidung unumgänglich nöthig.

Nur mit Rücksicht darauf, dass diese beiden wahrscheinlich den Leibeshöhlenmündungen entsprechenden Oeffnungen bei Dentalium neben der Nierenöffnung liegen, habe ich früher die

[1]) Lacaze-Duthiers a. a. O.

Möglichkeit, dass dasselbe Verhältniss bei Nautilus als vererbt angesehen werden kann, zugestanden.

Aus dem angestellten Vergleiche geht trotz mancher Lücke doch zur Genüge hervor, dass zwischen Dentalien und Cephalopoden sehr nahe Beziehungen, die man als verwandtschaftliche aufzufassen berechtigt ist, bestehen und dass die Uebereinstimmung zwischen beiden Gruppen eine weitaus grössere ist als mit den Pteropoden. Es möge hier kurz nochmals auf die bilaterale Symmetrie des Körperbaues, die Form des Fusses, sowie das Vorhandensein von Cirrhen von Dentalium hingewiesen werden, als Eigenthümlichkeiten, die unter allen heute lebenden Mollusken Dentalium als diejenige Form erscheinen lassen, welche mit den Cephalopoden die nächste Verwandtschaft besitzt. Eine Ableitung der Cephalopoden von den Scaphopoden oder Scaphopoden-ähnlichen Formen erscheint daher vollkommen gerechtfertigt.

Dass die Scaphopoden phylogenetisch sehr alte Formen repräsentiren, geht überdies schon aus der geringen Arten- und Gattungenzahl hervor, in welcher diese Gruppe in der heutigen Lebewelt vertreten ist.

Ist die sehr nahe verwandtschaftliche Beziehung zwischen Dentalium und den Cephalopoden soweit erwiesen, so halte ich es noch für meine Aufgabe, die Stellung des ersteren zu den wahrscheinlichen Stammformen der Cephalopoden genauer zu bestimmen. Alle Eigenthümlichkeiten, welche die heute lebenden Scaphopoden gegenüber den Cephalopoden aufweisen, so die besondere cylindrische Gestaltung des Fusses, der Mangel an Sehorganen, das Geöffnetsein des Mantels und, damit zusammenhängend, der Schale an der Körperspitze, erklären sich aus der grabenden Lebensweise von Dentalium und sind wahrscheinlich den Stammformen der Cephalopoden nicht zugekommen. Die Besonderheiten der heute lebenden Cephalopoden, die trichterförmige Gestaltung des Fusses, die hohe Ausbildung der Sinnesorgane, die Rückbildung der Schale und die Ausstattung der Arme mit Saugnäpfen haben sich dagegen mit der Anpassung an die pelagische Lebensweise entwickelt.

Die Vergleichung von Cephalopoden und Scaphopoden gibt mir Anlass, mich in wenigen Worten über die Stellung, welche man den Solenoconchen im System zu geben hat, auszusprechen.

Ich halte die Trennung der Solenoconchen als eigene Classe

der Mollusken, wie dies C. Claus[1]) thut, und auch Ihering[2]) als das Zutreffendere betrachtet, für das Richtige. Der Mangel eines gesonderten Kopfes, die bilaterale Symmetrie des Körpers, auch die röhrenförmige Schale, vor Allem aber das bisher zu wenig betonte Vorkommen von Cirrhen hinter dem Mundkegel und die besondere Fussform sprechen für diese Trennung. Gerade die Cirrhen halte ich für eine Eigenthümlichkeit der Solenoconchen allen anderen Molluskengruppen gegenüber, mit Ausnahme der sonst wieder durch alle Eigenthümlichkeiten der Organisation gut begrenzten Cephalopodenclasse. Lacaze-Duthiers[3]) hat die Dentalien zwar als eine besondere Gruppe unter dem Namen der Solenoconchen getrennt, diese aber den Acephalen untergeordnet. Lacaze-Duthiers hat hierbei in einseitiger immer auf diese letzte Classe gerichteter Vergleichung die Uebereinstimmung beider Gruppen im bilateral-symmetrischem Bau, in der Gestaltung des Nervensystems, dem Fuss, den Genitalorganen und der Embryonalform zu sehr betont, das Vorhandensein einer Radula und der Cirrhen bei Dentalium dagegen unterschätzt. Später hat[4]) Lacaze-Duthiers zugegeben, dass sich in Dentalium der Gasteropode zu manifestiren beginnt, jedoch daran festgehalten, dass Dentalium den Acephalen näher steht als den Schnecken, nachdem bereits früher M. Sars[5]) dafür hielt, Dentalium in die Gruppe der Cephalophoren einzureihen, und zwar in die Ordnung der Gasteropoden, in der sie „eine aberrante oder in gewisser Hinsicht degradirte Gruppe bilden, oder wenn man will, eine eigene an sie sich zunächst anschliessende Ordnung". Eine solche Einreihung von Dentalium unter die Schnecken hat E. Haeckel[6]) vorgenommen.

Wenn auch die Annäherung der Scaphopoden an die Acephalen einerseits, die Gasteropoden andererseits besteht, an letztere zweifellos entschiedener ausgeprägt ist, so halte ich doch eine Ein-

[1]) C. Claus, Grundzüge der Zoologie. IV. Aufl. 1882.

[2]) H. v. Ihering, Vergleichende Anatomie des Nervensystemes und Phylogenie der Mollusken. Leipzig 1877, pag. 66—67.

[3]) Lacaze-Duthiers a. a. O.

[4]) Lacaze-Duthiers, Note sur le Nerf acoustique du Dentale. Arch. de Zoolog. expérim., t. III, 1874, p. XXI.

[5]) M. Sars, Om Siphonodentalium vitreum, en ny Slaegt og Art af Dentalidernes Familie. Christiania 1861. Troschel's Jahresbericht im Arch. f. Naturg. 28. Jahrg., 1862, pag. 254.

[6]) E. Haeckel, Generelle Morphologie der Organismen. Berlin 1866, II. Bd., pag. CXII.

ordnung in eine oder die andere Gruppe nicht für möglich, und bietet die Radula gegenüber den Acephalen, die Fussform gegen die Gasteropoden hin ein Hinderniss, während die Cirrhen nach beiden Seiten hin dieselbe Schwierigkeit bereiten. Die Scaphopoden haben sich, wie auch Ihering annimmt, als besonderer Zweig aus einfachen Molluskenformen entwickelt; aus diesen haben auch die Acephalen und Schnecken als selbständige Aeste ihren Ursprung genommen. Der Ursprung der Scaphopoden liegt dem der Schnecken näher, wozu gewisse unter den Schnecken auftretende Erscheinungen Anhaltspunkte geben.

Aus der nahen verwandtschaftlichen Beziehung zwischen Scaphopoden und Cephalopoden lässt sich auch umgekehrt zeigen, wie die Cephalopoden auf die übrigen Molluskenformen zu beziehen sind, lässt sich die Morphologie des Cephalopodenkörpers feststellen.

Alles bisher auf diesem Gebiete Geleistete nochmals aufzuführen, ist überflüssig, und verweise ich auf die ausführliche Besprechung, welche Grenacher[1]) dieser Frage gewidmet hat. Hier mag nur so viel von der Literatur angezogen werden, als eng mit dieser Erörterung zusammenhängt, und was sich auf die Ansichten Grenacher's und spätere Angaben bezieht.

Beginnen wir mit den Kopfarmen der Cephalopoden. Dieselben ergeben sich aus dem oben angestellten Vergleiche als homolog den in der Umgebung des Mundes befindlichen Cirrhen der Scaphopoden. Dieselben stellen besondere Anhänge vor und ist hierin die Anschauung R. Leuckart's die allein richtige, während der Versuch Huxley's, die Cephalopodenarme auf den Gasteropodenfuss zurückzuführen, und der Lovén's sowie Grenacher's, dieselben dem Velum zu homologisiren, nicht als zutreffende erscheinen. Grenacher ist nach seinen Erörterungen nicht in der Lage, mit voller Entschiedenheit für die von ihm vertretene Ansicht Stellung zu nehmen. Ich halte die auch von Grenacher herangezogene Lage des Velums zum Munde, verglichen mit jener der Kopfarme für entscheidend. Nun liegt das Velum vor, die Arme hinter dem Mund. Eine soweitgehende Verschiebung des Mundes, dass dadurch seine relative Lage zum Velum alterirt würde, wie dies Grenacher[2]) annimmt, scheint

[1]) H. Grenacher, Zur Entwicklungsgeschichte der Cephalopoden. Zugleich ein Beitrag zur Morphologie der höheren Mollusken. Zeitschr. f. wiss. Zoologie, 24. Bd., 1874, pag. 419.

[2]) Grenacher, a. eben a. O., pag. 476.

mir unmöglich, und können Velum und Arme somit nicht aufeinander zurückgeführt werden.

Schon Ihering[1]) kann sich der Ansicht Grenacher's, dass die Arme dem Velum entsprechen, nicht anschliessen, hält vielmehr die letzteren für homolog den Kopfkegeln der gymnosomen Pteropoden und betrachtet sie im Anschluss an Leuckart als besondere Anhänge des Kopfes. Dagegen hält Ihering die beiden langen Fangarme der Dekapoden für nicht den Kopfkegeln homolog, sondern vergleicht dieselben den oberen Tentakeln der gymnosomen Pteropoden. Ich vermag dieser Anschauung durchaus nicht beizutreten, da hiezu nicht im mindesten zwingende Gründe vorliegen, sondern halte die von Brock[2]) vertretene Annahme für viel wahrscheinlicher, „dass die Ur-Dibranchiaten zehn gleichmässig entwickelte Arme besassen, von denen die Octopoden sich zweier entäusserten, die Dekapoden zwei zu Fangarmen weiter entwickelten", diese somit den übrigen Armen gleichzustellen sind.

Von der unrichtigen Annahme ausgehend, dass das Velum (Architroch) den Oesophagus ursprünglich umkreiste und theilweise vergehen kann, erklärt Blake[3]) die Arme der Cephalopoden für homolog dem bei den Cephalopoden an der Pedalseite erhaltenen unteren Velumabschnitt, welcher als „Antivelum" bezeichnet wird, und der sich im Zusammenhang mit der pedalen Krümmung des Darmes erhalten haben soll. Diese grosse Wandelbarkeit des Velums ist jedoch blosse Construction und kann mit derselben daher keine der Wahrscheinlichkeit nahekommende Erklärung erreicht werden. Wie Ihering hält ferner auch Blake die Fangarme der Dekapoden nicht für homolog den übrigen Armen, sondern vergleicht dieselben den beiden Tentakeln einiger Gasteropoden.

Die Ansicht, dass die Arme dem Fusse zuzurechnen sind, findet wieder in Balfour[4]) und Ray-Lankester[5]) Ver-

[1]) H. v. Ihering, Vergleichende Anatomie des Nervensystems u. Phylogenie der Mollusken. Leipzig 1877, pag. 270—271.

[2]) J. Brock, Versuch einer Phylogenie der dibranchiaten Cephalopoden, pag. 279. Vgl. auch J. Brock, Studien über die Verwandtschaftsverhältnisse der dibranchiaten Cephalopoden. Erlangen 1879, pag. 28.

[3]) Blake a. a. O., pag. 308—309.

[4]) Fr. M. Balfour, Handbuch der vergleichenden Embryologie. Deutsch v. Vetter. Jena 1880, Vol. I, pag. 262.

[5]) E. Ray-Lankester, On the originally Bilateral Charakter of the Renal Organ of Prosobranchia, and on the Homologies of the Yelk-sac of Cephalopoda. Ann. and Magaz. of natur. hist. 5. ser., vol. VII, 1881, pag. 437.

treter. Brooks[1]) endlich lässt unentschieden, ob die Arme des Cephalopoden Epipodialbildungen oder neuerworbene specielle Organe darstellen.

Gehen wir zum Trichter der Cephalopoden über, so stellt sich derselbe als Homologon des Scaphopodenfusses heraus, indem der mittlere Fussabschnitt durch die Trichterklappe und den hinter dieser gelegenen medianen Trichterabschnitt repräsentirt wird, während die seitlichen Lappen des Scaphopodenfusses den Epipodialtheilen des Trichters entsprechen. Beiläufig mag hier erwähnt werden, dass betreffend die Deutung der Lappen des Dentaliumfusses als Epipodien bereits Huxley[2]) dieselbe für möglich hält, während Fol[3]) sich schon früher bestimmt dagegen erklärt hat. Lovén fasste den Trichter als Homologon des Fusses, Leuckart, welcher die Pteropoden zum Vergleich heranzog, als dem mittleren Fussabschnitt, dem sogenannten „Halskragen" von Clio entsprechend, auf. Nach Huxley ist der Trichter von dem als Epipodium unterschiedenen paarigen Fussabschnitte gebildet, während der unpaare Abschnitt des Fusses in die Kopfarme umgebildet ist. Grenacher spricht den Cephalopoden einen unpaaren medianen als „Fuss" oder „Protopodium" bezeichneten Fussabschnitt ab, und betrachtet den Trichter als aus dem „Epipodium" hervorgegangen, welches nach Grenacher jedoch keinen paarigen Fussabschnitt bezeichnet, sondern besondere paarige Elemente, welche zum Fuss (= unpaaren Fussabschnitte der Autoren) in keiner Beziehung stehen. Die betreffende Stelle bei Grenacher[4]) lautet: „Da ich unter Fuss oder Protopodium nur ein ganz bestimmtes und leicht zu definirendes Gebilde verstehe, so folgt von selbst, dass ich weder dem Epipodium nach meiner Auffassung, noch dem Velum irgend welche Beziehungen zu jenem, ebensowenig wie den letzteren unter sich einräume, sondern sie als selbständige und von einander unabhängige Elemente auffasse". Diesem Epipodium nun entspricht der Trichter der Cephalopoden.

Mit den Pteropoden verglichen, entspricht nach Grenacher der Trichter der Cephalopoden fast dem gesammten Pteropoden-

[1]) W. K. Brooks, Anniversary Memoirs of the Boston Soc. of Natur. Hist. 1880. Mir nur aus anderen Citaten u. dem Jahresbericht bekannt.

[2]) Th. H. Huxley, Grundzüge der Anatomie der wirbellosen Thiere, deutsch von Spengel, Leipzig 1878, pag. 443.

[3]) H. Fol, Sur le développement des Ptéropodes. Archives de Zoolog. expérim. t. IV, 1875, pag. 192.

[4]) Grenacher a. a. O., pag. 465.

fusse (ausgenommen dem nach Grenacher dem Protopodium zu vergleichenden sogenannten „zipfelförmigen Anhange des Fusses"), welcher entsprechend zwei Trichterfaltenpaaren, aus denen bei dem von Grenacher untersuchten Cephalopoden der Trichter entsteht, aus zwei Epipodialpaaren besteht, von denen das äussere die Flossen, das innere den sogenannten „hufeisenförmigen Theil des Fusses" der Gymnosomen liefert.

Nach dem von mir angestellten Vergleiche des Cephalopodenfusses mit dem der Scaphopoden kann ich Grenacher nicht beistimmen. Dass ich auf Grund dieses Vergleiches den unpaaren Fussabschnitt in der Trichterklappe und dem hinter derselben gelegenen medianen Trichterabschnitt vertreten sehe, habe ich bereits mehrmals hervorgehoben. Auch Grenacher weist auf die Trichterklappe als ein Organ hin, „das in Bezug auf seine Lage und seine Symmetrieverhältnisse den oben gestellten Anforderungen (für das Protopodium) entspräche", hält jedoch bis zur Führung des entwicklungsgeschichtlichen Nachweises bei Nautilus „die Zurückführung bei Sepia für zu bedenklich, weil es dem Anscheine nach erst sehr spät bei dieser sich bildet." [1]) Was die paarigen Theile, das Epipodium, anbelangt, so halte ich dasselbe für paarige Abschnitte des Fusses, und nicht wie Grenacher für besondere zu dem unpaaren Fussabschnitte in keiner Beziehung stehende Gebilde. Die eigenthümliche Fussform von Dentalium erscheint mir zur Entscheidung dieser Frage massgebend. Auf die Art der Entwicklung der Epipodien bei den Pteropoden ist meiner Ansicht nach kaum der grosse Werth zu legen, da ja die besondere Gestaltung des Fusses bereits in der Entwicklung ausgeprägt sein kann. Desgleichen wäre auf die späte Entstehung der Trichterklappe bei Sepia kein solches Gewicht zu legen, um etwa aus derselben ableiten zu wollen, dass sie kein phylogenetisch älteres oder gleich altes Organ sein könnte als die früher entstehenden paarigen Trichterfalten. Es sind ja Fälle genug bekannt, wo bei directer Entwicklung die ursprüngliche zeitliche Aufeinanderfolge in der Entstehung der Organe durch die relative Grösse, welche das betreffende Organ bei dem erwachsenen Thiere besitzt, modificirt wird. Wenn daher die Trichterklappe auch bei Sepia spät entsteht, so kann dies seine Erklärung in der geringen Grösse derselben im Vergleiche mit dem Trichter finden.

[1]) Grenacher a. a. O., pag. 468.

Um kurz die Eintheilung des Fusses zu besprechen, so bemerke ich zunächst, dass ich in der Beurtheilung des von Huxley aufgestellten „Archetype" Grenacher vollkommen beitrete. Es gibt zu wenig Fälle, an denen überhaupt eine derartige Gliederung des Fusses zu finden ist. Mit Grenacher lässt sich zunächst nur ein unpaarer median gelegener Fuss, das „Protopodium" unterscheiden, welches zuweilen in einzelne Abschnitte zerfällt, ohne dass sich jedoch diese immer in die von Huxley unterschiedenen Abtheilungen fügen. Als häufig auftretende Differenzirung des Fusses ist das Epipodium aufzufassen, unter welchem ich jede besondere Entwicklung paariger Abschnitte des Protopodiums verstehe. Somit unterscheidet sich meine Auffassung des Epipodiums von der Grenacher's darin, dass ich in Uebereinstimmung mit der gewöhnlichen Auffassung das Epipodium als eine Entwicklung der Seitentheile des Protopodiums ansehe. Eine weitere Eintheilung des Epipodiums erscheint mir überflüssig.

Ihering[1]) hat in der Vergleichung des Trichters der Cephalopoden wohl zuerst die Trichterklappe als Homologon des Protopodiums aufgefasst und steht in diesem Punkte mit mir Grenacher's Ansicht, nach welcher den Cephalopoden das Protopodium fehlt, gegenüber. Die beiden seitlichen Lappen, aus denen der Trichter besteht, vergleicht Ihering mit den Pteropodien der Pteropoden und will daher auch diese Bezeichnung und nicht die der „Epipodien" für jene angewendet wissen. Ich muss bemerken, dass ich die Unterscheidung der Pteropodenflossen als „Pteropodien" für vollkommen ungerechtfertigt und willkürlich ansehe. Dieselben sind paarige Abschnitte des Fusses, was auch Ihering annimmt, und gebührt ihnen daher die Bezeichnung „Epipodium". Die beiden Seitenlappen des Trichters sind daher aus keinen anderen Elementen als aus den Epipodien hervorgegangen.

Brock[2]) hält „die phylogenetische Bedeutung der Trichterklappe" für „wohl keine grosse".

Nach Blake[3]), welcher anschliessend an Grenacher im Fuss ein unpaares Organ erblickt, mag die Trichterklappe dem Fusse entsprechen, doch betrachtet dies Blake mit Hinblick auf die Unkenntniss ihrer Entwicklung für zweifelhaft. Dass die beiden Trichterlappen eine besondere Bildung „as part of a second outgrowth surrounding the body" darstellen, erscheint Blake

[1]) Ihering, a. a. O., pag. 272.

[2]) Brock, Versuch einer Phylogenie der dibranchiaten Cephalopoden, pag. 223.

[3]) Blake, a. a. O., pag. 309.

wahrscheinlich. Es will mir so scheinen, als ob Blake hierin Grenacher's Auffassung theilen würde, was jedoch aus jener Stelle nicht bestimmt hervorgeht, indem ich andererseits aus der Bemerkung Blake's, dass diese auch von ihm vertretene Ansicht die fast allgemein anerkannte wäre, anzunehmen geneigt bin, dass Blake doch nur mit dem „second outgrowth" die Epipodialbildungen im Sinne Huxley's meint.

Balfour und Brooks hingegen vertreten die Ansicht, dass den ausgewachsenen Cephalopoden der unpaare Fussabschnitt fehlt, bei den Embryonen dagegen im Dottersack vertreten ist. Ray-Lankester[1]) schliesst sich dieser Ansicht nur insoweit an, als er den Dottersack als „a special embryonic dilatation of the axial region of the foot" ansieht, vermag jedoch in demselben nicht den Fuss selbst zu erkennen. Früher[2]) hat Ray-Lankester den Dottersack mit der contractilen Fussblase von Limax verglichen. Was die Trichterlappen anbelangt, so möge hier nur Brooks angeführt werden, nach welchem dieselben entweder Epipodialbildungen oder neue Erwerbungen darstellen, ohne dass sich Brooks für eine oder die andere Möglichkeit entscheidet. Fol[3]) endlich scheinen Trichter und Kopfarme zusammengenommen dem Fusse der übrigen Mollusken zu entsprechen.

Dass der Dottersack der Cephalopoden einem unpaaren Fussabschnitte entspricht, halte ich schon aus der Lage desselben am Embryo für widerlegt.

Es bleibt nur noch übrig, ein paar Worte über die Orientirung des Cephalopodenkörpers zu sagen. Bekanntlich hat R. Leuckart zu zeigen versucht, dass die Spitze des Eingeweidesackes dem höchsten Punkte des Rückens entspricht, dass die gewöhnlich als Rücken bezeichnete Seite des Eingeweidesackes als Vorder-, der sogenannte Bauch als Hinterseite des dorsalwärts erhobenen Eingeweidesackes zu bezeichnen ist. Für die Richtigkeit dieser Deutung führe ich die Haltung des Körpers bei dem als Stammform der Cephalopoden erkannten Dentalium an, wo die Spitze der Schale schräg nach aufwärts und hinten getragen wird, so dass die concave Seite als Vorder-, die convexe als Hinterseite des Eingeweidesackes erscheint. Nur bei einer wie Dentalium

[1]) Ray-Lankester, a. a. O., pag. 435.

[2]) E. Ray-Lankester, Zoological Observations made at Naples in the winter of 1871—72. Ann. and Magaz. of natur. hist. 4. ser. vol. XI. 1873, pag. 84.

[3]) Fol, a. a. O., pag. 193.

kriechend sich bewegenden und grabenden Form konnte sich die der Körper-Orientirung entsprechende Körperhaltung bewahren.

Ich habe desshalb bei Anfertigung der schematischen Figuren diese Orientirung des Körpers festgehalten.

In dem beschreibenden Theile wurden die Ausdrücke „ventral" und „dorsal" bis zur Besprechung der Leuckart'schen Orientirung vermieden. Bei Beschreibung des Cephalopodenkörpers wird es sich wohl auch in Zukunft als zweckmässig empfehlen, die Körperspitze als „hinten", die entgegengesetzte Seite als „vorn", die Schulpseite als „oben", die gegenüberliegende als „unten" zu bezeichnen, wie dies in dem beschreibenden Theil dieser Arbeit bereits durchgeführt wurde.

Es bleibt jetzt die Frage zu beantworten übrig, welche Stellung die Pteropoden, die bisher als Stammformen der Cephalopoden galten, zu diesen letzteren einnehmen.

Es kann kein Zweifel darüber bestehen, dass die Pteropoden in ihrer äusseren Erscheinung und gewissen Theilen ihrer Organisation unter den Gasteropoden die grösste Aehnlichkeit mit den Cephalopoden besitzen, und dass Leuckart durch Heranziehung des Pteropodenkörpers behufs Zurückführung des Cephalopodenkörpers auf die übrigen Mollusken am besten die Beziehungen der durch so viele Eigenthümlichkeiten ausgezeichneten Cephalopoden erkannte.

So sehr ich dem von Leuckart vertretenen morphologischen Vergleich und seiner Orientirung des Cephalopodenkörpers beistimme, so kann ich doch in den Pteropoden nicht die Stammformen der Cephalopoden erblicken, für welche ich die Scaphopoden ansehe. Ja ich vermag nicht einmal in den Pteropoden sehr nahe Verwandte der Cephalopoden zu erkennen.

Bereits Ihering[1]) hat mit Hinweis auf den Geschlechtsapparat und die Niere die nicht sehr nahe Verwandtschaft der Pteropoden und Cephalopoden ausgesprochen. In gleicher Weise erscheint Spengel[2]) in Rücksicht der „speciell gasteropodenähnlichen Asymmetrie der Pteropoden" eine nahe Beziehung beider Gruppen als unwahrscheinlich.

In der That zeigen die Pteropoden alle Eigenthümlichkeiten des Gasteropodentypus, welcher sich in der weitgehenden Asymmetrie der inneren Organisation ausspricht. Vor Allem sind hier die rechtsseitige Niere und der gasteropodenähnliche Geschlechts-

[1]) Ihering, Ueber die Verwandtschaftsbeziehungen der Cephalopoden, pag. 4.
[2]) Spengel, a. a. O.

apparat, sowie das Vorhandensein nur eines rechterseits gelegenen Geruchsorganes hervorzuheben. In allen diesen Organen findet sich keine Uebereinstimmung mit den Cephalopoden, bei welchen die Niere, das Geruchsorgan (nur bei Nautilus beobachtet) paarig sind, desgleichen der ausführende Theil des Geschlechtsapparates ursprünglich in paariger Entwicklung auftritt, die Höhlung der Geschlechtsdrüse selbst noch gar nicht von der grossen Leibeshöhle getrennt ist.

Trotz dieser inneren Asymmetrie besitzen jedoch weitaus die meisten Pteropoden eine äussere Symmetrie. Es gibt nur wenig Gattungen unter denselben, welche auch äusserlich asymmetrisch sind. Diese äusserlich asymmetrischen Formen (Limacina, Heterofusus, Spirialis) halte ich für die phylogenetisch ältesten Pteropodenformen, aus denen sich die heutigen symmetrischen Formen erst durch Anpassung an die pelagische Lebensweise entwickelt haben. Ich finde mich dazu durch folgende Punkte veranlasst: Erstens halte ich es für unmöglich, dass sich eine so durchgreifende Asymmetrie in der inneren Organisation ohne die Entwicklung einer äusseren Asymmetrie ausbilden kann. Zweitens stimmt die gesammte innere Asymmetrie vollständig mit jener der übrigen Gasteropoden überein. Drittens endlich wissen wir, dass die besonders durch Fol's[1]) Untersuchung bekannt gewordene individuelle Entwicklung eine volle Uebereinstimmung mit jener der Gasteropoden aufweist und die äusserlich symmetrischen Formen asymmetrische Larvenstadien durchlaufen; dass weiter nach Krohn's[2]) Beobachtungen bei vielen mit symmetrischen geraden Gehäusen versehenen Formen die Larvengehäuse noch spiralig gewundene, sowie mit einem Deckel verschliessbare Schalen sind. Dies ist bei Cymbulia und Tiedemannia der Fall, deren definitive Gehäuse knorpelige, beziehungsweise gallertige Consistenz besitzen, während die Larvengehäuse spiralige Kalkschalen sind.

Die Uebereinstimmung mit den Gasteropoden wird jedoch besonders gestört: durch die ventrale (hintere) Lage der Mantelhöhle bei den meisten Pteropoden im Gegensatze zur dorsalen Lage derselben bei den Gasteropoden, durch die besondere Gestaltung des Fusses und durch das Auftreten der Kopfkegel bei den Gymnosomen. Diese drei Punkte müssen näher erörtert werden.

[1]) Fol, a. a. O. pag. 197.

[2]) A. Krohn, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Pteropoden und Heteropoden. Leipzig 1860.

Was die ventrale (hintere) Lage der Mantelhöhle der Pteropoden anbelangt, so gilt dieselbe nur für die meisten, nicht aber für alle Formen. Es gibt solche, welche die Mantelhöhle in Uebereinstimmung mit den Gasteropoden dorsal (vorn) gelegen haben, und dies sind die auch äusserlich mit den Gasteropoden übereinstimmenden Gattungen Limacina, Heterofusus, Spirialis, wodurch deren Auffassung als der phylogenetisch ältesten Pteropoden eine neue Stütze findet. Auch liegt die Mantelhöhle bei den Larven der Pteropoden asymmetrisch.

Wie erklärt sich aber die ventrale Lage der Mantelhöhle bei den übrigen Pteropoden? Ich glaube, dass dieselbe einfach durch Rückdrehung des bei den Stammformen gedrehten Eingeweidesackes zu Stande gekommen ist.

Die dorsale Lage der Mantelhöhle, wie sie bei allen spiralig gedrehten Gasteropoden vorkommt, ist erst bei der Drehung des Eingeweidesackes zu Stande gekommen, somit secundär. Es lässt sich dies leicht zeigen, wenn wir die Verhältnisse z. B. von Helix genauer beobachten, und auf die Lage der Niere zur Mantelhöhle unser Augenmerk richten. Die Niere von Helix liegt links neben der Mantelhöhle (sog. Lunge). Sie ist aber die rechte Niere, deren Linkslagerung eine Folge der Drehung des Eingeweidesackes ist. Drehen wir aber die linksgelegene rechte Niere auf die rechte Seite zurück, so kommt die rechts von ihr gelegene Mantelhöhle an die Hinterseite (Ventralseite) des Eingeweidesackes zu liegen. Die hintere (ventrale) Lage der Mantelhöhle ist jedenfalls somit die ursprüngliche. Sie findet sich noch bei Dentalium und den Cephalopoden. Bei den Pteropoden mit Ausnahme der Limaciniden ist sie secundär wiederhergestellt.

Spengel[1]) hat über die Ableitung der Pteropoden zwei Ansichten ausgesprochen, ohne einer oder der anderen den Vorzug geben zu können. Die eine Ansicht geht dahin, dass die Pteropoden „sich durch Verlust der linken Bestandtheile des circumanalen Complexes, und indem ohne Drehung eine Verlagerung dieses Complexes vom Hinterende an die ventrale Seite des Körpers stattgefunden hat, von einer Stammform ableiten, die der durch Rückdrehung der zeugobranchiaten Prosobranchien gewonnenen Form im Wesentlichen gleicht". Ich brauche nach meiner obigen Auseinandersetzung nicht besonders zu erwähnen, inwieweit ich dieser Ansicht nicht beipflichten kann. Aber auch dem zweiten Erklärungsversuch Spengel's halte ich nicht für richtig, wenn ich dem-

[1]) Spengel, a. a. O. pag. 366 und Anmkg. 2.

selben auch unter beiden den Vorzug einräumen würde. Spengel schreibt in einer Anmerkung: „Denkt man sich nämlich den Längsdurchmesser des Thieres sehr kurz, die Höhe dagegen sehr bedeutend, während der After mit seiner Umgebung die terminale Lage beibehält, so gehört die Athemhöhle offenbar der dorsalen Seite und zwar der hinteren Hälfte derselben an. Der Unterschied der Limaciniden von den übrigen Pteropoden mag sich dann darauf beschränken, dass der After mit seiner Umgebung nicht terminal, sondern an der rechten Seite, wie bei den Tectibranchiaten, liegt.“ Beide Erklärungsweisen konnten nicht das Richtige treffen, da der Ausgangspunkt meiner Ansicht nach nicht der richtige war, indem immer die äusserlich symmetrischen Pteropoden mit ventraler (hinterer) Mantelhöhle als solcher dienten.

Was wir als Ursache dieser Rückdrehung des Eingeweidesackes trotz Beibehaltung der Schale anzusehen haben, wird sich besser nach Besprechung des Fusses und der Kopfkegel ergeben.

Gehen wir nun zum Fuss über. Dieser bildet den eigenthümlichsten Theil der Pteropodenorganisation, der nicht so leicht auf die Fussform der Gasteropoden zurückgeführt werden kann. Derselbe besteht aus einem unpaaren Abschnitte dem medianen Protopodiumreste und paarigen Lappen (Epipodien) desselben, den Flossen. Indessen sind Epipodialbildungen nicht auf die Pteropoden beschränkt, sondern es finden sich unter den Gasteropoden doch auch Entwicklungen der Seitentheile des Fusses, welche ich als Homologa der Epipodien der Pteropoden auffasse und daher als Epipodien zu bezeichnen keinen Anstand nehme. Ich meine hier zunächst die eigenthümliche Fussform von Acera bullata und Gasteropteron, welches letztere geradezu Pteropodenhabitus besitzt, dessen Fuss durch die Entwicklung zweier grosser Flossen beim ersten Anblick an diese Gruppe erinnert. Aber auch unter den Prosobranchien gibt es Formen, welche durch Schlagen der Seitentheile des Fusses schwimmen. Es sind dies Ancillaria und Oliva. Hier sind jedoch, soweit ich den bestehenden Abbildungen entnehme, die Seitentheile nicht flossenförmig entwickelt, und haben wir höchstens die ersten Anfänge eines Hervortretens der Seitentheile des Fusses vor uns.

Mögen wir auch geneigt sein, die Pteropoden von Gasteropteron, dessen Pteropoden-Habitus zweifellos ist, abzuleiten, eine Frage, welche ich unerörtert lassen will, so ist damit die Erklärung der Fussform bei den Pteropoden nicht erledigt, da wir

ja auch bei Gasteropteron nicht eine ursprüngliche Fussform der Gasteropoden vor uns haben.

Es bleiben somit für die Erklärung der Besonderheiten des Pteropodenfusses, wobei ich zunächst die Entwicklung der Seitentheile des Fusses in Rücksicht ziehe, nur die Cephalopoden und die Scaphopoden übrig, und sind für jeden Fall nur auf diese letzteren die Eigenthümlichkeiten des Pteropodenfusses zurückzuführen,

Hier tritt nun zum ersten Male so recht deutlich die Frage entgegen, wie sich dieses Gemisch von entschiedenen Gasteropodeneigenthümlichkeiten und zweifellosen Erbstücken der Scaphopoden und Cephalopoden erklären lässt. Dieselbe drängt sich noch mehr auf, wenn wir Kopfarme, ja sogar mit Saugnäpfen versehene Kopfarme, wie sie die Cephalopoden besitzen, bei dem gymnosomen Pteropoden auftreten sehen. Diese Kopfarme haben unter den Gasteropoden gar kein Homologon; hier bleiben nur die Scaphopoden und Cephalopoden zum Vergleich übrig.

Wie löst sich nun dieses Räthsel? Ich halte die Lösung für nicht so schwierig, und will in Folgendem meine Ansicht auseinandersetzen.

Festzuhalten bleiben einmal die zweifellosen Gasteropodeneigenthümlichkeiten, welche sich in der inneren, bei vielen, den als Stammformen von mir aufgefassten Formen auch äusseren Asymmetrie, im Bau des Geschlechtsapparates und in der Reduction der secundären Leibeshöhle (nach Ausschluss der Genitaldrüse) auf den Pericardialraum ausprägen. Zweitens sind aber die Scaphopoden- und Cephalopoden-Eigenthümlichkeiten der Pteropoden gleichfalls nicht hinwegzuläugnen, es sind dies die Fussform, die Kopfkegel, endlich die ventrale (hintere) Lage der Mantelhöhle und die bedeutende Erhebung des Eingeweidesackes.

Die Gasteropodeneigenthümlichkeiten lassen sich nur durch directe Ableitung der Pteropoden von Gasteropoden erklären. Denn wollte man die Pteropoden auf die Scaphopoden und Cephalopoden zurückführen, so bliebe ein noch viel grösseres Räthsel, nämlich eben die entschiedene Gasteropodennatur, zu erklären, welche sich zweimal entwickelt haben müsste, was sehr viel Unwahrscheinlichkeit in sich trägt.

Die Uebereinstimmungen mit den Scaphopoden und Cephalopoden hingegen erkläre ich als Atavismus, indem das Erscheinen der paarigen Fussabschnitte, der Kopfarme auf Organisationseigenthümlichkeiten von Molluskenformen zurückzubeziehen ist, welche als den Stammformen der Cephalophoren nahestehend angesehen

werden müssen. Ich habe dabei immer zunächst die Scaphopoden im Auge, von denen die Cephalopoden sich frühzeitig als besonderer Stamm, welcher die Eigenthümlichkeiten der Stammformen der Schnecken am reinsten bewahrt hat, abzweigten. Die Saugnäpfe an den Armen von Pneumodermon dagegen betrachte ich als durch Anpassung selbstständig entstandene Bildungen, welche somit nicht auf die Saugnäpfe der Cephalopoden zu beziehen sind. Die hintere (ventrale) Lage der Mantelhöhle und die ansehnliche Erhebung des Eingeweidesackes sehe ich als Folgen der mit der besonderen Form des Fusses zusammenhängenden Ausbildung der pelagischen Lebensweise an.

Es muss hier angeführt werden, dass bereits Spengel sich durch die „speciell gasteropodenartige Asymmetrie der Pteropoden" zu der Annahme gedrängt fühlte, dass „die Cephaloconen der gymnosomen Pteropoden schon einer noch symmetrischen Stammform eigen waren, von denen sich beide Classen (Cephalopoden und Pteropoden) abgeleitet haben".

Einen Beweis für die Erklärung dieser Eigenthümlichkeiten als Atavismus finde ich in dem entschieden pteropodenähnlich gestalteten Gasteropteron, dessen Pteropodenhabitus ich auch auf dieselbe Weise erklären möchte. Ob die Pteropoden etwa auf die Gasteropteron zurückzuführen sind, mag unerörtert bleiben. Ihering[1]) kann „die Aehnlichkeit der Seitenflossen des Fusses von Gastropteron u. a. mit den Pteropodenflossen nur für eine zufällige halten." Ich betrachte jedoch für jeden Fall die Epipodialbildungen des Gasteropteronfusses, weil ich ihr Auftreten durch das Neuerscheinen eines den Stammformen der Schnecken angehörigen Organes erklären möchte, für homolog mit den Flossen des Pteropodenfusses. Hierin stimme ich mit Ihering nicht überein, welcher sie nicht als homolog betrachtet und deshalb als „Parapodien" bezeichnet. Ebensowenig als diese Bezeichnung kann ich die der Pteropodenepipodien als „Pteropodien"[2]) aus ganz demselben Grunde für annehmbar halten. Sollte sich auch bei Ancillaria und Oliva ein ausgeprägteres Hervortreten der Seitentheile des Fusses finden, so wäre auch dies als atavistisch aufzufassen und hätten wir somit unter den Prosobranchien und Opisthobranchien ein Durchschlagen von Eigenthümlichkeiten, welche Formen besassen,

[1]) Ihering, Vergleichende Anatomie des Nervensystemes und Phylogenie der Mollusken. Leipzig 1877, pag. 249.

[2]) Ihering, a. eben a. O. pag. 248.

aus denen Prosobranchier, Opisthobranchier und Pteropoden ihren Ursprung genommen haben.

Auf dieses Auftreten von Scaphopodencharakteren bei den Gasteropoden stützt sich auch meine oben ausgesprochene Ansicht, dass der Ursprung der heute lebenden Scaphopoden dem der Gasteropoden näher lag als dem der Acephalen, die sich wahrscheinlich mit Verlust der Radula frühzeitig als besondere Seitenlinie von Radulatragenden Formen abzweigten.

Aus den eben gegebenen Auseinandersetzungen ergibt sich von selbst, dass die Pteropoden der Gasteropodenclasse einzuordnen sind.

Bereits Fol[1]) hat auf Grund seiner entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen diese Ansicht vertreten, möchte aber, sowie ich seine diesbezügliche Bemerkung verstehe, die Pteropoden nicht als besondere Ordnung der Gasteropodenclasse bestehen lassen.

Die Einordnung zu den Gasteropoden vertritt in neuester Zeit auch Spengel[2]), dessen Ansicht ich somit vollständig beitrete. Innerhalb der Gasteropoden i. w. S. bilden die Pteropoden eine eigene Ordnung. Ob die Prosobranchier, wofür der Deckel der Limaciniden einen allerdings sehr schwachen Anhaltspunkt bietet, oder ob die Opisthobranchier, mit denen die Pteropoden im Nervensysteme übereinstimmen, die Ausgangsformen der Pteropoden sind, mag hier unerörtert bleiben.

Was die Ursache des Atavismus bei den Pteropoden ist, lässt sich schwer errathen. Wir müssen uns einfach mit der Thatsache begnügen, dass derselbe leicht eintritt, wie ja vor Allem Gasteropteron beweist. Höchst wahrscheinlich hat bei den Pteropoden die sich entwickelnde pelagische Lebensweise fördernd einen solchen mitgewirkt.

6. Sind die Mollusken „Pseudocoelier“?

Ohne die Frage beantworten zu wollen, ob der Begriff der Pseudocoelier einer natürlichen einheitlichen Gruppe entspricht, will ich mich nur darauf beschränken, zu untersuchen, ob die Mollusken den Anforderungen dieses von O. und R. Hertwig[3]) aufgestellten Begriffes entsprechen.

Wir haben in den früheren Auseinandersetzungen gesehen, dass den Mollusken eine Leibeshöhe zukommt, welche durch den

[1]) Fol, a. a. O. pag. 198.

[2]) Spengel, a. a. O. pag. 372.

[3]) O. und R. Hertwig, Die Coelomtheorie. Versuch einer Erklärung des mittleren Keimblattes. Jena 1881.

Wimpertrichter mit der Niere communicirt, welche von einem sich auf die in ihr gelegenen Organe hinüberschlagenden Peritoneum ausgekleidet ist und welche bei den zweifellos phylogenetisch ältesten Formen auch die Geschlechtsproducte aufnimmt, die, wie als höchst wahrscheinlich erscheint, aus dem Epithel der Leibeshöhlenbekleidung ihren Ursprung nehmen. Es ist daher, wie ich glaube, mit vollem Rechte aus allen diesen Thatsachen der Schluss gezogen worden, dass diese Leibeshöhle homolog jener ist, welche bei den Anneliden und Vertebraten als secundäre Leibeshöhle bezeichnet wird, und ist daher dieselbe bei den Mollusken mit gleichem Namen belegt worden.

Eine dieser Beurtheilung entgegengesetzte haben in den in Frage stehenden Punkten die Mollusken durch O. und R. Hertwig erfahren. O. und R. Hertwig theilen die Metazoen mit Ausschluss der Coelenteraten in zwei grosse Gruppen: die Enterocoelier und die Pseudocoelier. Diese Eintheilung ist auf eine Reihe von Unterschieden begründet, unter denen jene die Leibeshöhle betreffenden zur Namengebung der beiden Gruppen verwendet wurden. Und zwar verstehen unter Enterocoel O. und R. Hertwig dasselbe, was oben secundäre Leibeshöhle (Claus, Hatschek) genannt wurde; nur ist mit dem Begriff Enterocoel noch die Vorstellung verbunden, dass diese Höhle als paarige Divertikel des Urdarmes ihren Ursprung genommen hat. Die Pseudocoelier dagegen entbehren einer vom Darm aus entstandenen Leibeshöhle, sie besitzen bloss ein Schizocoel, welches ein „wandungsloser Spalt" ist. In allen dem Enterocoel oder der sec. Leibeshöhle zukommenden Eigenthümlichkeiten verhält sich das Schizocoel verschieden, indem es des Peritonealepithels entbehrt, und die Geschlechtsproducte in geschlossenen Drüsen entstehen.

Die Mollusken sollen nun nach den Gebr. Hertwig typische Pseudocoelier sein. Es mag im Folgenden nochmals geprüft werden, ob dies wirklich zutrifft.

Die Beantwortung dieser Frage ist eigentlich bereits in der Einleitung dieses Capitels enthalten und fällt somit verneinend aus. Wenn die Gebr. Hertwig zu dem entgegengesetzten Resultate gelangt sind, so haben sie eben den schon damals vorliegenden Thatsachen zu wenig Rechnung getragen.

Wenn O. und R. Hertwig schreiben: „Dem Schizocoel der Mollusken fehlt ein flimmerndes Epithel, es fehlen ihrem Darmcanal die Mesenterien und die Dissepimente, ihre Geschlechtsproducte entwickeln sich nicht aus dem Epithel der Leibeshöhle und werden

nicht in dieselbe entleert, sondern stellen folliculäre Drüsen dar, welche direct in eigene oft complicirt gebaute Ausführungswege übergehen. Die in den Pericardialraum einmündenden Nieren dienen ausschliesslich der Excretion und werden nicht zur Ausfuhr der Geschlechtsstoffe benutzt, höchstens dass sich die Oviducte oder Vasa deferentia hie und da mit ihnen nahe an der äusseren Mündung vereinigen", so lassen sich gerade die entgegengesetzten Thatsachen nachweisen. Von den Dissepimenten mag vollkommen abgesehen werden, da diese nur in Vergleich mit den Brachiopoden angeführt sind. Was die übrigen Punkte anbelangt, so ist die Leibeshöhle der Mollusken von einem Epithel ausgekleidet und es nehmen die Geschlechtsproducte in den als ursprüngliche aufzufassenden Fällen höchst wahrscheinlich aus dem Epithel der Leibeshöhle ihren Ursprung, in jenen Fällen nämlich, wo der als Höhle der Genitaldrüse dienende Abschnitt der Leibeshöhle mit dem Pericardialabschnitte derselben noch in Communication steht (Cephalopoden, Neomenien). In den übrigen Fällen, wo geschlossene Geschlechtsdrüsen vorhanden sind, müssen diese aus vergleichend anatomischen Gründen der sec. Leibeshöhle zugerechnet werden. Der directe Uebergang der Genitaldrüsen in die Ausführungsgänge bezeichnet gleichfalls kein primäres, sondern ein secundäres Verhältniss, und ist demselben ein Zustand vorausgegangen, wo die Genitalproducte aus der Leibeshöhle durch die selbstständig beginnenden Ausführungswege nach aussen befördert wurden, wie dies noch jetzt bei den Cephalopoden der Fall ist. Endlich sind die Ausführungswege der Genitalproducte auf die Excretionsapparate zurückzuführen, wofür die Verhältnisse bei den Muscheln, Dentalien und Solenogastres genügende Anhaltspunkte bieten. Was die Mesenterien anbelangt, so ergibt sich der Mangel derselben aus der weitgehenden Reduction der secundären Leibeshöhle, welche von der Geschlechtsdrüse abgesehen sonst nur mehr durch den Pericardialraum vertreten ist; wo jedoch die sec. Leibeshöhle den Darm noch aufnimmt, kann der Mangel der Mesenterien kaum viel beweisen, da Mesenterien sehr häufig rückgebildet werden. Bei den Chitonen sollen sogar nach Haller[1]) noch Reste solcher vorhanden sein.

Die Mollusken besitzen daher alle für die Enterocoelier charakteristischen Merkmale und wären daher auch nach der Definition der Gebr. Hertwig Enterocoelier. Bereits Haller

[1]) Haller, a. a. O. pag. 65.

hat den Chitonen eine secundäre Leibeshöhle zuerkannt, desgleichen in neuester Zeit Kowalevski[1]) durch das Studium der Entwicklung von Chiton dieser Auffassung einige Stütze zugeführt.

Auch was die Anlage des mittleren Keimblattes, welches die Leibeshöhlenbekleidung liefert, anbelangt, so stimmt dieselbe mit jener bei den Anneliden überein. In beiden Fällen besteht dieselbe in zwei Zellen, den beiden Urmesodermzellen. So wenig nun in dieser Art der Anlage des mittleren Keimblattes von den Gebr. Hertwig bei den Anneliden eine Schwierigkeit für die Deutung der Leibeshöhle als Enterocoel erblickt wurde und die Anneliden demnach auch von O. und R. Hertwig den Enterocoeliern zugerechnet werden, ebensowenig kann die gleiche Anlage bei den Mollusken als Schwierigkeit für die Deutung ihrer Leibeshöhle als Enterocoel angesehen werden.

Schon Balfour[2]) hat in sehr zutreffenden Bemerkungen über die Ansichten der Gebr. Hertwig auch diesen Punkt hervorgehoben. Für O. und R. Hertwig waren die Verhältnisse bei den ausgewachsenen Anneliden mit Recht im hohen Grade massgebend, und ist demnach eine in gleicher Weise sich auf die Verhältnisse des entwickelten Thieres stützende Beurtheilung der Mollusken vollkommen statthaft.

Es geht somit schon aus dem Wenigen hervor, dass das Enterocoel nicht als Darmausstülpung zu entstehen braucht. Ich halte demnach die Bezeichnung dieser Leibeshöhle als „secundäre Leibeshöhle“ für die passendere. Mit Rücksicht auf die Entstehungsweise des Mesoderms steht die Frage so, dass es sich um den Nachweis handelt, ob die Entstehung desselben durch Divertikelbildung des Darmes die ursprünglichere ist. Von der Entscheidung dieser Frage wird es abhängen, ob die phyletische Bedeutung des Enterocoels aufrecht zu erhalten sein wird.

Wien, im December 1883.

---

[1]) A. Kowalevski, Embryogénie du Chiton Polii. Annales du Musée d'hist. natur. de Marseille. Zoologie. t. I, Marseille 1883, pag. 24 und 25.

[2]) Fr. M. Balfour, Handbuch der vergleichenden Embryologie. Deutsch von Vetter. II. Bd. Jena 1881, pag. 321—322.

Erklärung der Abbildungen.

Buchstabenbezeichnung.

A Tintenbeutel.
Af Afteröffnung.
Ag Arteria genitalis.
B Mantelhöhle (Kiemenhöhle).
C Herz.
Cs Secundäre Leibeshöhle, beziehungsweise Pericardialraum.
D Darmcanal.
E Communicationsöffnung zwischen dem unteren und dem oberen Nierensacke bei Sepia.
ED Eileiterdrüse.
G Genitaldrüse.
Ga Ausführungsgang der Leber (Gallengang).
Gp Sog. Pancreasanhänge des Gallenganges.
H Hoden.
HO Mündung des Hodens in die secundäre Leibeshöhle.
HS Hinterer Schalenschliesser.
I Mündung des Ausführungsganges der Genitaldrüse in die secundäre Leibeshöhle.
K Kieme.
Kh Kiemenherz.
L Leber.
Lep Epithel der secundären Leibeshöhle.
Lk Längscanäle der Leibeshöhle, zur Niere führend.
M Magen.
Ms Muskelfasern.
N Niere.
N^1 Oberer Nierensack bei Sepia.
Na Die oberhalb der Venen gefalteten Theile der Nierenwand (sog. Venenanhänge).
Od Oviduct.
Oe Aeussere Mündung des Ausführungsganges der Genitaldrüse.
Ov Ovarium.
Pd Pericardialdrüse (Kiemenherzanhang).
Pt Peritonealtasche um das Vas deferens von Sepia officinalis.
Qf Querfalte, welche bei Sepia den Pericardialraum von den hinteren Räumen der Leibeshöhle unvollkommen scheidet.
S Schale (Schulpe).
Tr Trichter.
U Ureter.
Um Mündung des Ureters.
Va Bauchvene (Vena abdominalis).
Vc Vena cava descendens.
Vd Vas deferens.
Vg Vena genitalis.
Vp Mantelvene (V. pallialis).
VS Vorderer Schalenschliesser.
Vt Vene des Tintenbeutels.
Vv Vena sinus venosi.
W Mündung des Wimpertrichters in die Niere.

Sämmtliche Figuren der Taf. II, sowie Fig. 8 und 9 der Taf. I und die schematisch gehaltenen Fig. 31 und 32 auf Taf. III sind mittelst Camera lucida entworfen.

Taf. I.

Fig. 1. Rumpf von Sepia officinalis, Weibchen. Etwas grösser als die natürliche Grösse des Präparates. Man sieht nach Entfernung des Mantels den Rumpf von der Unterseite. Die Nidamentaldrüsen, der Tintenbeutel, sowie der Enddarm sind abpräparirt, die Nieren blau, der Oviduct gelb, die secundäre Leibeshöhle roth injicirt; letztere ist in ihrem hinteren Abschnitte an der Unterseite eröffnet, so dass man das Ovarium, sowie den vorn an dasselbe stossenden oberen Nierensack und den Magen sieht.

Fig. 2. Rumpf desselben Sepia-Weibchens mit Hinweglassung der unteren Nierensäcke, welche bloss durch eine dunkelpunktirte Linie angegeben sind, sowie des Ovariums, um die ganze Ausdehnung der secundären Leibeshöhle zu zeigen. Wie in Fig. 1 ist die secundäre Leibeshöhle in ihrem hinteren, das Ovarium umschliessenden Theile, ebenso der Pericardialabschnitt derselben von unten eröffnet.

Fig. 3. Rumpf eines Männchens von Sepia officinalis. Etwas über die natürliche Grösse des Präparates. Man sieht auf die Unterseite des Rumpfes, nachdem der Mantel entfernt wurde. Der Tintenbeutel ist abpräparirt, die Niere, das Vas deferens und die secundäre Leibeshöhle mit gleichen Farben wie in Fig. 1 injicirt. Der hintere Abschnitt der secundären Leibeshöhle von unten eröffnet, wodurch die untere Wand des Hodens, sowie vor demselben der unpaare Nierensack sichtbar sind.

Fig. 4. Pericardialdrüse (sog. Kiemenherzanhang) von Sepia officinalis, von oben gesehen. Schwache Loupenvergr.

Fig. 5. Dieselbe in der Seitenansicht. Gleiche Vergr.

Fig. 6. Pericardialdrüse (sog. Kiemenherzanhang) von Eledone moschata von oben gesehen. Dieselbe Vergrösserung wie in Fig. 4.

Fig. 7. Dieselbe von der Seite gesehen, in gleicher Vergr.

Fig. 8. Epithel des Ureters in der Gegend des Wimpertrichters von Sepia officinalis. Präp. Vergr. $\frac{620}{1}$.

Fig. 9. Ein Stück Epithel der Niere oberhalb der Pancreasanhänge von Sepia officinalis. von der Fläche gesehen. Nach d. leb. Obj. Vergr $\frac{650}{1}$.

Taf. II.

Fig. 10. Epithel aus dem vorderen Theile der Seitencanäle der secundären Leibeshöhle von Sepia officinalis. Präp. Vergr. $\frac{520}{1}$.

Fig. 11. Epithel aus dem Ureter von Sepia officinalis, welches die Aussenseite der in den Ureter hineinragenden Wimpertrichterpapille überkleidet. Präp. $\frac{520}{1}$.

Fig. 12. Epithel des Wimpertrichters von Sepia officinalis. Präp. Vergr. $\frac{620}{1}$.

Fig. 13. Epithel aus dem flaschenförmigen, die Pericardialdrüse aufnehmenden Abschnitte der secundären Leibeshöhle von Eledone moschata. Nach dem leb. Obj. Vergr. $\frac{650}{1}$.

Fig. 14. Epithelauskleidung der Seitencanäle der secundären Leibeshöhle von Eledone moschata. Präp. Vergr. $\frac{520}{1}$.

Fig. 15. Endfollikel der Pericardialdrüse von Eledone moschata. Präp. Vergr. $\frac{520}{1}$.

Fig. 16. Epithel des Ureters von Eledone moschata. Präp. Vergr. $\frac{520}{1}$.

Fig. 17. Leibeshöhlenepithel von dem linken vorderen Theile des Hodenüberzuges von Sepia officinalis. Nach dem leb. Obj. Vergr. $\frac{650}{1}$.

Fig. 18. Epithel des Peritonealüberzuges des Herzens von Sepia officinalis. Nach d. leb. Obj. Vergr. $\frac{650}{1}$.

Fig. 19. Epithel der vorspringenden Falten der Pericardialdrüse von Sepia officinalis. Nach d. leb. Obj. Vergr. $\frac{650}{1}$.

Fig. 20. Epithel der Niere oberhalb der Pancreasanhänge von Sepia officinalis. Nach d. leb. Obj. Vergr. $\frac{650}{1}$.

Fig. 21. Zwei Endfollikel der Pericardialdrüse von Sepia officinalis Präp. Vergr. $\frac{520}{1}$.

Fig. 22. Stück eines Querschnittes durch einen durch Faltungen der Nierenwand oberhalb der Venen entstandenen Anhang (sog. Venenanhang) von Eledone moschata. Präp. Vergr. $\frac{520}{1}$.

Fig. 23. Stück eines Querschnittes durch einen sog. Venenanhang von Sepia officinalis. Präp. Vergr. $\frac{520}{1}$.

Fig. 24. Epithel des den Hoden einschliessenden Sackes von Eledone moschata. Nach d. leb. Obj. Vergr. $\frac{650}{1}$.

Fig. 25. Epithel der der Mantelhöhle zugewendeten Wand des unteren Nierensackes von Sepia officinalis. Nach d. leb. Obj. Vergr. $\frac{650}{1}$.

Fig. 26. Epithel des Wimpertrichters von Eledone moschata. Nach d. leb. Obj. Vergr. $\frac{650}{1}$.

Taf. III.

Fig. 27. Niere von Sepia officinalis mit den an der Nierenwand verlaufenden Venen. Die unteren Nierensäcke sind in ganzer Ausdehnung von unten eröffnet, so dass man auf die obere über den Venen zu traubigen Anhängen gefaltete Nierenwand sieht. Nur wenig über die natürl. Grösse d. Präp. vergr.

Fig. 28. Männlicher Geschlechtsapparat und die Leibeshöhlencanäle mit den anstossenden Organen von Eledone moschata, von der oberen Seite gesehen. Der linke, die Pericardialdrüse aufnehmende flaschenförmige Abschnitt der secundären Leibeshöhle ist eröffnet. Die in der Figur hinter den Hoden fallenden Theile des Vas deferens sind punktirt dargestellt. Etwas über die natürl. Grösse d. Präp.

Fig. 29. Niere von Eledone moschata, Männchen, nach Entfernung der unteren Nierenwand, mit den an der Wand verlaufenden Venen. Etwas über die natürl. Grösse d. Präp.

Fig. 30. Weibliche Geschlechtsorgane, sowie die Leibeshöhlencanäle mit den angrenzenden Organen von Eledone moschata, von der Oberseite gesehen. Der linke die Pericardialdrüse aufnehmende flaschenförmige Abschnitt der secundären Leibeshöhle eröffnet. Die in der Figur auf die entgegengesetzte Seite fallenden Theile der Leibeshöhlencanäle und Oviducte, sowie ihre Einmündungen in den Ovarialsack sind punktirt dargestellt. Etwas über die natürl. Grösse d. Präp.

Fig. 31. Schematisch gehaltener Längsschnitt durch die Pericardialdrüse (sog. Kiemenherzanhang) von Eledone moschata. Die mit einer besonderen Epithelform bekleideten Follikel sind durch eine kräftigere Linie bezeichnet.

Fig. 32. Schematisch gehaltener Längschnitt durch die Pericardialdrüse von Sepia officinalis. Die Endfollikel, welche eine besondere Epithelform besitzen, sind durch eine kräftigere Linie angegeben.

Fig. 33. Schematisch, unter Zugrundelegung eines Präparates, gehaltener Längsschnitt durch den Rumpf eines Weibchens von Sepia officinalis, um die Lagerungsverhältnisse der Organe und Höhlungen zu einander zu zeigen. Die Bekleidung der secundären Leibeshöhle ist durch eine kräftige Linie, die Nierenwand

durch eine breite graue Linie angegeben, überdies die Höhlung der Niere auspunktirt. Alle nicht in die Schnittebene fallenden Theile sind durch eine unterbrochene Linie bezeichnet.

Fig. 34. Schematischer Längsschnitt durch den Rumpf eines Weibchens von Eledone moschata. Die entsprechenden Organe sind in derselben Weise wie in der vorhergehenden Figur dargestellt.

Fig. 35. Anatomie von Unio pictorum, um die Ausdehnung der secundären Leibeshöhle, sowie die Lage und Ausdehnung der Pericardialdrüse (Theil des rothbraunen Organes von Keber) zu zeigen. Die entsprechenden Organe in gleicher Weise wie in der Fig. 33 bezeichnet. Die secundäre Leibeshöhle und die Geschlechtsdrüse durch eine kräftige Linie, die Niere durch eine breite graue Linie, die Nierenhöhle auspunktirt. Niere, secundäre Leibeshöhle, Pericardialdrüse, sowie die Geschlechtsdrüse schematisch (mit Zugrundelegung eines Präparates).

Fig. 36. Schema einer Schnecke, um die Ausdehnung der secundären Leibeshöhle zu zeigen. Die entsprechenden Organe wieder wie in Fig. 35 bezeichnet.

(252) Druck von Gottlieb Gistel & Cie. Wien, Stadt, Augustinerstrasse 12.

Beiträge zur Kenntniss der Nerven im Peritoneum von Doris tuberculata, Lam.

Von

Dr. Béla Haller.

(Mit 1 Tafel.)

Nach einem bei Chiton gemachten Befunde[1]), welchem nach feine Nerven auch innerhalb des Peritoneums vorkommen, wo sie zwischen der Faserschichte und Epithel gelegen sind und daselbst in terminale Körperchen sui generis endigen, die ich jener Zeit mit den im Peritoneum der Vertebraten sich findenden Vater-Pacini'schen Körperchen in physiologischem Sinne ohne jede Rücksicht auf ihren morphologischen Charakter, verglichen habe, war es mir von Interesse, auch Weiteres über diese Nervenenden bei Mollusken zu erfahren. Prosobranchier, Patellen und andere mir zugänglichen Mollusken eigneten sich schon aus dem Grunde wenig zu dieser Untersuchung, weil ihre nervösen Elemente zu fein sind, um oft Täuschungen vorbeugen zu können. Die grossen Nervenzellen innerhalb des Central-Nervensystems der Nudibranchier sind Jedermann bekannt, und so konnte ich auch auf das Auffinden von grösseren peripheren Ganglienzellen hoffen. Dieses war der Grund, warum ich zu vorliegender Untersuchung die Gattung Doris wählte. Dabei war mir wenig daran gelegen, auch andere Nudibranchier oder Mollusken überhaupt der Untersuchung beizuziehen; wenn ich nur bei einer Form sichern Aufschluss hätte, würde sich ja bei den übrigen der Sachverhalt bald von selbst ergeben. Andererseits bin ich zur Zeit mit andern Arbeiten zu sehr in Anspruch genommen, um diese Untersuchung weiter ausdehnen zu können.

Ueber kleinere Ganglien, die sich auf dem Darme finden, wurde mehrere Male bei Nudibranchiern Erwähnung gethan, bei Doris sogar am Mitteldarme, wo sie bereits mit freiem Auge sichtbar sind, von Alder und Hancock[2]) genauer beschrieben.

[1]) B. Haller: Die Organisation d. Chitonen d. Adria. I. S. 17. Fig. 8. (Arbeiten a. d. zoolog. Institute zu Wien. Bd. IV.)

[2]) Alder and Hancock: „Monograph of the british Nudibranchiate Molluska."

Ob jedoch des Genauern eruirt wurde, ob diese Ganglien der Darmwandung direct oder dem diesen deckenden Peritoneum aufliegen, ist mir nicht bekannt geworden. Mir sind heute diese Angaben nur noch in dem Gedächtnisse erhalten, und da mir bei Niederschreibung dieser Zeilen die erwähnten Originalarbeiten nicht vorliegen, muss ich mich mit der kurzen Beschreibung Keferstein's in Bronn's „Classen und Ordnungen der Weichthiere" begnügen. Allerdings wird hier die Kürze der Beschreibung durch die beigegebenen Copien der Alder-Hancock'schen Abbildungen ausführlicher gemacht.[1] Hier sehen wir auf Fig. 2 jene zwei Nerven aus den vordern Eingeweideganglien (Buccalganglien Aut.) an den sogenannten Magen treten, welche für Prosobranchier, speciell bei Haliotis von Lacaze-Duthiers[2] bei Fissurella, Trochiden[3] und Placophoren[4] von mir beschrieben wurde. L. Duthiers nannte diesen paarigen Nerven „nn. oesophagiens superieur" und ich bezeichnete ihn mit dem deutschen Namen „oberer Oesophagealnerv". Ob freilich in diesem obengenannten Nerven der Doris und Verwandten blos der obere Oesophagealnerv der Vorderkiemer etc. enthalten ist, oder diesem sich auch andere aus den vordern Eingeweideganglien abtretende und den Vorderdarm versorgende Nerven sich anschliessen (theilweise der Buccaldrüsennerv und der untere Oesophagealnerv) ist mir weder aus eigener Anschauung, noch aus der Literatur bekannt, doch halte ich dies für wahrscheinlich. — Auch ist mir von keiner Angabe bekannt geworden, dass von dem den Vorderdarm, Darm und die andern Eingeweide umspinnenden gangliösen Netzwerke aus Aeste an das Peritoneum abtreten würden. Kleine Ganglien sollen aber nach Keferstein (l. c. S. 728) schon mehrfach in der Körperwand gefunden worden sein und werden hier, meiner Ansicht nach, dem die Körperwand deckenden Peritoneum angehören.

Bei Doriopsis limbata ist es, so viel mir noch aus einer meiner ältern Zeichnungen ersichtlich ist, der obere der zwei starken aus der lateralen Ganglienmasse des Schlundringes tretende

---

[1]) Taf. LXII.

[2]) L. Duthiers: „Memoire sur le Système nerveux de l'Haliotide." (Ann. d. Scienc. nat. Zoolog. [4] tom. XII.)

[3]) B. Haller: „Untersuchungen über marine Rhipidoglossen" I. (Morph. Jahrbuch) S. 10. Fig. 1, 2, 3. vd.

[4]) l. c. Seite 7. Fig. 2, 3, 9. Ueber das Verhalten desselben Nerven bei rüsseltragenden Prosobranchiern siehe meine Arbeit: „Zur Kenntniss der Muriciden." (Aus XLV. Bande der Denkschriften d. Acad. d. Wissensch. in Wien.)

Nerv, welcher zahlreiche Aeste an die der lateralen Körperwand anliegenden Theile des Peritoneums abgibt.

Mir war weiter an den Nerven, welche speciell mit ihren Aesten an das Peritoneum treten, weniger gelegen, sie werden gewiss in den zahlreichen Arbeiten Alder's Hancock's, Embleton's und Rud. Bergh's über Nudibranchier erwähnt und dort nachzulesen sein und wir können somit nach diesem kurzen Hinweis zum mikroskopischen Verhalten [1]) der nervösen Elemente im Peritoneum übergehen.

Dem Peritoneum nach aussen mehr oder weniger, je nach der Zahl der abtretenden Zweige, anhaftend, findet man oft genug feinere Nerven. Einen solchen Nerven bildete ich von dem der Körperwand anliegenden Peritoneum an der rechten Seite der vorderen Körperhälfte in Fig. 1 ab. Ich hatte mehrere solcher Nerven sowohl von Präparaten, die mit Ueberosmiumsäure behandelt wurden, als auch von solchen, die eine Tinction mit ammoniakalischem Carmin erfahren hatten, vor Gesicht bekommen. Bei Durchmusterung selbst längerer Stücke solcher Nerven konnte ich in keinem Falle Verdickungen ganglióser Art mit Einlagerung mehrerer Zellen auffinden, obgleich ich gleich vom Anfang an darnach trachtete. Umsomehr musste es mich überraschen oder vielmehr eine schon seit langem gehegte Vermuthung bestätigen, als ich endlich im Nerven zerstreut liegende Ganglienzellen auffand. An einem circa 10 Mm. langen und 2·97 Mm. breiten Nervenstücke habe ich fünf so zerstreut liegender Ganglienzellen beobachtet. Nur selten sah ich zwei einander genähert liegen, wie in Fig. 1 links dargestellt wurde, und um nochmal zu wiederholen, sind mir Gruppen solcher Zellen, die dann ein Ganglion, d. i. eine Verdickung am Nerven mit zelligem Einschluss gebildet hätten, nie zu Gesicht gekommen. Diese Zellen, die ich „eingestreute" nennen will, rufen vielmehr äusserlich durchaus keine Verdickung an dem Nerven hervor, selbst wenn sie zu zweien neben einander liegen, denn ihr Volumen ist im Verhältniss zur Nervenbreite gering. Sie sind darum äusserlich, ohne Gebrauch von Reagentien, am Nerven unkenntlich. Ueber diese Zellen konnte ich nach Abschluss der Untersuchung die Regel aufstellen, dass sie berufen sind,

[1]) Lediglich das feinere Verhalten war es, wie ich schon sagte, was mich diesmal zum Studium anregte. Dabei weiss ich aber ganz gut, dass diese Abhandlung nur fragmentarischer Natur ist und nicht die Befriedigung gewährt, die ich mir gerne gegönnt hätte; sie liefert aber für die vergleichende Nervenlehre doch einige neue Daten, und dies bewog mich, die Arbeit zu publiciren.

durch ihre peripheren Fortsätze entweder gleich vom Anfange an die Zahl der Nervenfasern innerhalb des Nerven zu vermehren, oder doch durch ihren unipolaren, doch sehr breiten Fortsatz dem Nerven ein breites Element beizumengen, dessen schliessliche Theilung wahrscheinlich ist. Die Lagerung dieser Zellen ist eine verschiedene, je nachdem sie mehr oder weniger lateral von der Nervenlängsachse entfernt sind; oft können sie sogar die Mitte des Nerven einnehmen.

In dem Falle, welchen ich in Fig. 2 abgebildet habe, war der Zellleib im Verhältniss zum grossen Kern gering. Die Zelle erhielt einen mittelstarken centralen Fortsatz und gab zwei periphere ab, wovon der eine dem centralen an Breite gleichkam, während der andere bedeutend schmäler als jener war. In andern Fällen wieder (Fig. 3 a) war der Zellleib im Verhältniss zum Kern stärker; die zwei peripheren Fortsätze waren fast gleich breit. Nur ein centraler Fortsatz war vorhanden. Meistens konnte ich zwei periphere Fortsätze, wie in den erwähnten Fällen erkennen, ob jedoch selbst mehrere solcher vorkommen können, muss ich dahingestellt sein lassen, da ich ähnliches nicht beobachtet habe. Mit Sicherheit kann ich aber angeben, dass diesen Zellen stets nur ein centraler Fortsatz eigen ist. In den Fällen, wo die Zelle nur einen peripheren Fortsatz besass, konnte, wie schon erwähnt wurde, festgestellt werden, dass dieser den centralen Fortsatz bedeutend an Breite übertraf (Fig. 3 b). Diese breiten Fortsätze gehören zu jenen Nervenfasern, die wir manchmal zwischen den dünnen Nervenfäden dieser Nerven antreffen (Fig. 2 j), und welche sowohl durch ihr sporadisches Auftreten wie durch ihre Mächtigkeit auffallen müssen. Wir werden auf diese breiten Fasern noch zu sprechen kommen und hier sei nur noch bemerkt, dass ich weit entfernt bin, in ihnen Eigenschaften erkennen zu wollen, die sie etwa als „sympathische“ kennzeichneten.

Was speciell die Grössenverhältnisse der Zellen anbelangt, so mögen folgende Messungen, die ich der Uebersicht halber tabellarisch zusammenstellte, hier Platz haben.

	Zellleib	Kern
a)	0·855 Mm.	0·405 Mm.
b)	0·810 „	0·405 „
c)	0·540 „	0·270 „
d)	0·990 „	0·675 „
e)	0·810 „	0·585 „

Diese sporadisch innerhalb eines Nervenbündels auftretenden Ganglienzellen sind aber nicht als Eigenthümlichkeit der Nerven des Peritoneums aufzufassen. Um mich über diese Frage zu vergewissern, untersuchte ich meh-

rere Nerven, die nur kurz vorher den Schlundring verliessen (Nerven der Nackenhaut, der Kopfhaut etc.) und gewahrte da diese sporadisch zerstreuten Ganglienzellen gleichfalls. Hier habe ich sie nur angeführt, da sie auch den Peritonealnerven unserer Doris eigen sind.

Die Peritonealnerven zerfallen allmälig in feine Aeste, welch' letztere schliesslich blos durch eine Nervenfaser repräsentirt werden, welche Einzelnfasern aber, wie besonders seit der Untersuchung A. Solbrig's[1]) bekannt ist, wieder Aeste aus sich abgeben können. Nehmen wir daher an, was ja schon oft geschehen ist, dass diese Nervenfaser der Evertebraten dem Achsencylinder der Vertebraten entspricht, so müssen wir auch zugeben, dass der Achsencylinder der Theilung fähig ist.

Wenn wir solche selbstständige Einzelnervenfasern, die selbst noch die bindegewebige Umhüllung besitzen, verfolgen, so ist es unschwer, ihren Ursprung in den riesenhaften Ganglienzellen auf dem Peritoneum zu erkennen (Fig. 4). Solche Einzelganglienzellen haben schon vermöge ihrer Lage als isolirte Elemente, ein grösseres Interesse für sich und dürften als ein kleines Centrum sympathischer Art aufgefasst werden. Ihre relativ grosse Selbständigkeit erhellt schon daraus, dass sie nur einen centralen Fortsatz von nicht besonderer Breite empfangen, dafür aber mehrere periphere Fortsätze von geringerer oder grösserer Stärke aussenden. Auffallend sind diese Zellen durch ihre Grösse, vermöge welcher sie an Carminpräparaten bereits bei stärkerer Loupenvergrösserung erkennbar sind; die in Fig. 4 zeigte eine Länge von 1·08 Mm. bei 0·677 Mm. Breite. Der Zellleib dieser Zellen war in den meisten Fällen langgestreckt, welcher Form sich auch der Kern anpasste, ob freilich postmortal oder schon im Leben, ist mir nicht bekannt. Im Kerne selbst entstand durch die verschiedene Aneinanderreihung der Fädchen entweder ein dickes Netzgerüst (Fig. 4, Fig. 3 a b), oder waren jene gleichmässig im Kerne vertheilt; in manchen Fällen sah man sogar kleine Theile des Kernes von den Fädchen ganz freigelassen (s. Fig. 2).

In den Fällen, wo ein deutliches Kerngerüst zur Sicht kam, konnte man äusserst deutlich auf dem optischen Längsschnitt den Kern innerhalb seines Randes von einer Reihe Körnchen umsäumt

---

[1]) A. Solbrig: „Ueber die feinere Structur der Nervenelemente bei den Gasteropoden." Leipzig 1872.

sehen (Fig. 3, 4); ein Verhalten, welches mit solcher Regelmässigkeit und Deutlichkeit wie hier bei sonstigen Zellkernen nur selten auftritt. A. Rauber[1]) beobachtete solche Erscheinungen im Kerne beim Forelleneie und jenem des Alligators und nannte sie „wandständige Nucleolen". Beim Forelleneie soll ein feines Netzwerk den Kern durchsetzen, während die „wandständigen Nucleolen" von bedeutender Grösse den Kern umsäumen. Beim Alligatoreie sollen die Verhältnisse sogar complicirter sein. In unserem speciellen Falle sind die umsäumenden Körperchen an Grösse durchaus den das Kerngerüst bildenden Körnchen oder optischen Querschnitten der Fädchen gleich und nur durch ihre regelmässige Anordnung auffallend. Als besondere Nucleoli können sie also nicht angesprochen werden; sie sind blos gerüstbildende Fädchendurchschnitte und den übrigen gleich.

Der Zellkern umschliesst in den meisten Fällen auch hier nur einen Nucleolus, doch sah ich auch schon zwei innerhalb eines Kernes (Fig. 4).

Die bindegewebige Hülle des centralen Fortsatzes der Zelle geht auf letztere über, ihn als ein weiter Sack umgebend (Fig. 4). Die Zelle hat somit eine Umhüllung, welche aber von so bedeutender Weite ist, dass selbst, wenn man eine durch die Reagentien bedingte Schrumpfung der Zelle annimmt, diese nicht hinreichen würde, um den grossen Zwischenraum zwischen Zelle und Hülle zu erklären. Die Annahme ist somit statthaft, dass die Ganglienzelle die bindegewebige Hülle nicht ausfüllt; ob dieser Zwischenraum aber etwa durch eine lymphatische Flüssigkeit im Leben ausgefüllt wird, diese Frage bleibt für die Zukunft eine offene. Die Umhüllung tritt beim Abgehen der peripheren Fortsätze Scheiden an sie ab. Was ihre Structur anbelangt, so besteht sie aus einer homogenen Zwischensubstanz, welche von sternförmigen Zellen, deren Fortsätze miteinander anastomosirend ein Netzwerk bilden, durchsetzt wird (Fig. 4). Andere Elemente besitzt dieses Gewebe nicht und nur selten lagert eine Plasmazelle der Nervenhülle auf, doch kommt es nie zu einer factischen Umhüllung von Plasmazellen wie an den grossen Nervenbündeln.[2]) Diese Netze in der Nervenhülle sind am schönsten zu erkennen, wenn man bei der

[1]) A. Rauber: „Neue Grundlegung zur Kenntniss der Zelle." Morpholog. Jahrbuch. Bd. VIII.

[2]) Siehe J. Brock: „Untersuchungen über die interstitiellen Bindesubstanzen der Mollusken." Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. XXXIX.

Conservirung des Gewebes in Alkohol vorher mit einer verdünnten Lösung von Ueberosmiumsäure arbeitete und die Färbung mit ammoniakalischem Carmin vornimmt.

In den meisten Fällen erkennt man an diesen Ganglienzellen einen stärkeren und mehrere schwächere periphere Fortsätze; die schwächeren sind oft so fein, dass man sie bei flüchtiger Betrachtung gar nicht erkennt und erst nach längerem Beschauen des Präparates sie aufzufinden vermag. In dem abgebildeten Falle konnte ein stärkerer Fortsatz (Fig. 4 f) erkannt werden, dessen Hülle gleich der Hülle der Zelle äusserst geräumig war. Die anderen drei Fortsätze dieser Art waren von geringerem Quermesser. Sämmtliche Fortsätze der Zelle waren sogenannte „Protoplasmafortsätze" und wie ich hinzufügen möchte, ist mir weder an diesen Einzelzellen noch an den sporadisch zerstreuten der Nervenbündel gelungen, Kernfortsätze aufzufinden.

In vielen Fällen, besonders wo grössere Ganglienzellen zu sehen waren, konnten Nervenfasern, die mit dem centralen Fortsatze in die Umhüllung der Zelle gelangt wären und dieselbe mit einem peripheren Fortsatze verlassen hätten, ohne mit der Zelle in Connex zu treten, nicht beobachtet werden. Wohl konnte aber in zwei Fällen constatirt werden, dass dieser Fall existiren kann. In beiden Fällen durchsetzten zwei Nervenfasern die Hülle der Ganglienzellen, ohne mit der Zelle zu correspondiren; doch waren in beiden Fällen die Zellen multipolar.

Wir können eben diese Verhältnisse derart auffassen, dass, nachdem durch Abzweigung aus dem gemeinsamen Nervenbündel die Zahl der Fasern sich vermindert und schliesslich bis auf einige Wenige (3—4) reducirt wird, noch immer innerhalb dieser Nervenbündel (denn so müssen wir sie selbst jetzt noch nennen) Ganglienzellen sich sporadisch finden können. Die Nerven nähern sich hier aber immer mehr ihren peripheren Enden und so ist es denn gekommen, dass diese Ganglienzellen ihre peripheren Aeste nicht mehr dem weiterlaufenden Bündelchen beimengen, sondern sie selbstständig abtreten lassen. Endlich können die durchtretenden mit der Ganglienzelle in keinem Connex stehenden Fasern gänzlich fehlen, wie ich diesen Fall oben beschrieben habe.

Ob nun aber jede Nervenfaser, die im Peritoneum zu enden berufen ist, zuvor in eine Ganglienzelle multipolarer Natur sich auflöst, ist mir nicht bekannt und wegen der Seltenheit der Ganglienzellen obiger Art auch unwahrscheinlich. Hier walten uns noch unbekannte Gesetze, warum wir auch heute über die

genaue physiologische Bedeutung dieser multipolaren Ganglienzellen nur so viel auszusagen vermögen, dass sie vermöge ihrer Grösse und der Zahl ihrer peripheren Ausläufer eine grössere relative Selbstständigkeit besitzen dürften.

Ich verlasse nun einstweilen diese Zellen, mich den Endverhältnissen der Peritonealnerven zuwendend.

Um die feinen Nerven, die nun einer einzigen Nervenfaser entsprechen, studiren zu können, empfiehlt sich die schon allbekannte Methode der Brüder Hertwig wohl am besten. Ich habe diese Mischung von Ueberosmiumsäure, Glycerin und Essigsäure vielfach combinirt und auch diesmal benutzt; in diesem Falle genügte eine sehr verdünnte Mischung vollkommen; die Bilder waren dauerhaft.

Man findet im Peritoneum sehr oft feine Nerven, die eine Einzelfaser vortäuschen, bei genauer Betrachtung ergibt sich jedoch, dass trotz der grossen Feinheit dieser Nerven wir in ihnen doch Nervenbündel vor uns haben, die allerdings nur einzelne (2—3) dünne Fasern in sich schliessen; ihre Hülle weist eine ganz bedeutende Dicke auf (Fig. 11). Dann finden sich wieder gleich dicke oder selbst dickere Stämme, in denen wir vergebens nach mehreren Fasern suchen. Vielmehr ist der ganze Nerv eine äusserst breite bandförmige Faser (Fig. 7, 12), deren Nervenhülle eine besondere Dicke aufweist. Am optischen Längsschnitte schien es mir manchmal (Fig. 7 a), wie wenn die Nervenhülle, deren Dicke in keinem Verhältnisse zur Faserdicke steht, aus verschiedenen Schichten bestünde, doch könnten solche Bilder leicht durch die Faltungen bedingt worden sein.

In den meisten Fällen traf ich aber Einzelfasern von geringerer Dicke an (Fig. 5 b). Solche Nerven verästelten sich und ihre oft äusserst zarten Aestchen gingen entweder α, Anastomosen mit benachbarten ein (p.), β, oder verfeinerten sie sich derart, dass ich sie nicht mehr recht erkennen konnte, oder aber, γ, endigten sie in einer mehr oder weniger kleineren Ganglienzelle (g, Fig. 6). Und hiermit wären wir zu jenem Punkte angelangt, welchen zu erkennen die Aufgabe vorliegender Untersuchung bildete: die Endigungsweise der Nerven im Peritoneum.

An dem Präparate, welches ich auf Fig. 6 abgebildet habe, war die zarte Nervenfaser bis zur Endzelle gelangt und verband sich deutlich mit ihr; bei tieferer Einstellung des Tubus schien mir sogar in diesem speciellen Falle, als wenn der Nerv einen Kernfortsatz der Zelle bilden würde, doch da mir weitere ähnliche

Fälle nicht vorkamen, muss ich mich hier einer decidirten Aussage enthalten. Ich konnte bei den feinen Nerven, die ich zuletzt beschrieb, die Nervenhülle nicht deutlich erkennen und nur selten gelang es mir, die dem Nerven stramm anliegenden Kerne derselben constatiren zu können. Es ist sehr wahrscheinlich, dass eine Hülle sowohl dem Nerven als der Endzelle abgeht. Solche Endzellen, die vereinzelt dalagen, kamen selten zur Sicht und ich weiss nicht, was mit den feineren Fasern, deren weiteren Verlauf ich nicht verfolgen konnte, geschieht. Sollten sie vielleicht, das Peritoneum durchbrechend, zu Nerven der Gefässe oder Eingeweide werden?

Endzellen finden sich aber nicht nur an den feinen unifibrillären Nerven, sondern auch kleineren Nervenbündeln angelagert, in welchen Fällen sie dann meistens zu drei bis vier zusammenliegen.

Flächenpräparate eignen sich zur Untersuchung dieser Verhältnisse wohl auch, doch möchte ich für angezeigter halten, diese Untersuchungsweise mit jener der Isolation zu verbinden; dies um so mehr, als manchmal anliegende Plasmazellen die Ganglienzellen nicht in ihrer vollen Klarheit erkennen lassen.

Auf Fig. 9 ist ein Fall abgebildet, wo aus einem Nervenbündel eine Faser sich abzweigte und gleich darauf zum Fortsatze einer unipolaren Ganglienzelle wurde. Die Zelle hing gleich einer Beere mit kurzem Stiele dem Nervenbündel an. Die Hülle des Nerven ging auf die abgezweigte Faser über und auch die Zelle erhielt auf diese Weise einen Ueberzug, warum sie wie in einem Säckchen steckte. In Fig. 10 war an einem längeren Stiele wieder eine unipolare Ganglienzelle gehangen und die eben erwähnte Nervenhülle fehlte auch hier nicht; ob jedoch ihr Stiel aus einem Nervenbündel sich direct abzweigte oder möglicherweise der längere Fortsatz einer multipolaren Ganglienzelle war, dieses konnte, da eben ein Isolationspräparat vorlag und der Fortsatz abgerissen war, nicht eruirt werden. In anderen Fällen kamen kleinere Gruppen von nervösen Endzellen zur Sicht und eine solche Gruppe von vier Zellen stellt Fig. 8 dar. In diesem Falle war es ein ganzes Nervenbündel (t), dessen sämmtliche Fasern in Endzellen aufgingen. Bei der Zartheit der Nervenfasern konnte in diesem Falle mit Ausnahme einer Zelle der Eintritt der Faser in die Zelle nicht erkannt werden, da jedoch das Nervenbündel sich weiter nicht fortsetzte und man auch beim Verschieben des Objectes keine Abzweigung erkennen konnte,

so ist es klar, dass der ganze Nervenbündel mit seinen vier Fasern in die vier Zellen eintreten musste. Die auch hier lockere Nervenhülle erweiterte sich continuirlich in einen Sack, welcher die Zellen umschloss. An einem anderen breiten Nervenbündel, welcher dem beschriebenen Objecte nach unten anlag, konnten einige Plasmazellen beobachtet werden (bz).

Die eben beschriebenen Endzellen sind von verschiedener Grösse, doch stets kleiner als die grossen multipolaren Zellen; sie werden ähnlich den anderen, sowie auch die Nervenfasern, von der Ueberosmiumsäure gebräunt und können, selbst die kleineren, mit Bindegewebszellen, den sogenannten Plasmazellen Brocks, nicht verwechselt werden. Schon ihr stets runder Kern, welcher relativ klein und kleiner ist als die der grossen multipolaren Zellen, ist bedeutend grösser als jener der Plasmazellen. Andererseits sind die Plasmazellen meistens hell und ihre Protoplasmakörperchen ordnen sich zu gröberen Netzen, deren Fäden die Stoffwechselproducte in sich schliessen; letztere sind Kügelchen von verschiedener Grösse. Selbst dann, wenn die Plasmazellen von Stoffwechselproducten strotzend gefüllt sind, erlangen sie nie jene gelbliche Farbe wie die Ganglienzellen.

Ich habe schon bei Beginn dieser Abhandlung erwähnt, dass mich ein Befund an Chiton veranlasst hatte, diese Untersuchung aufzunehmen. Ich hatte dort[1]) ähnliche unipolare Ganglienzellen zwischen den Fasern des Peritoneums und dem Leibeshöhlenepithel erkannt; nur musste meine Beobachtung als eine einzelnstehende betrachtet werden, da dieser Befund eben nur bei Chiton gemacht wurde. Heute, nach den Resultaten dieser letzten Untersuchung, darf ich es aussprechen, dass die Endzellen im Peritoneum von Chiton wohl mit jenen der Doris homologe Bildungen darstellen. Bei Chiton lagen solche Ganglienzellen zu „5 bis 9 in einer Gruppe nebeneinander". Die einzige Verschiedenheit läge im Verhalten der Nervenhülle, welche bei Chiton nicht näher erkannt werden konnte; so ist es aber auch bei Doris bei ihren kleineren Ganglienzellen und dessen Fasern geschehen. Diesen Punkt weiter zu verfolgen wird späteren Untersuchungen anheimzustellen sein.

Ich glaube diesen Endzellen im Peritoneum der Mollusken eine allgemeine Verbreitung zuschreiben zu dürfen; ihre Function dürfte mit jener der Vater-Pacini'schen Körperchen im Peri-

[1]) l. c. S. 17, Fig. 8.

toneum der Vertebraten eine identische sein, wenn wir selbst über diese keinen sicheren Begriff haben.

Ich denke hier den passendsten Ort zu finden, eine mir durch meine Untersuchungen schon lange sich aufdrängende Erklärung für die Structur der Nervenzelle und Faser zur Kenntniss zu bringen. Bekanntlich war es zuerst Max Schultze, der den Ganglienzellen aus den Lobi electrici von Torpedo eine fibrilläre Structur zuschrieb. [1]) Seit dieser epochemachenden allbekannten Arbeit Schultze's theilten sich die Neurohistologen in zwei Gruppen, und wer könnte sich der vielen Controversen nicht erinnern, welche sich an dies Thema knüpften? Ohne hier geschichtlich diese Frage erörtern zu wollen, möge nur erwähnt werden, dass fast von eben so vielen eine fibrilläre Structur der Ganglienzelle zugeschrieben ward, als von anderen geleugnet. Die bedeutenden Befunde C. Kupffer's, E. Klein's, C. Frommann's und W. Flemming's haben unserer Anschauung über den Zellleib eine ganz bedeutende Wendung gegeben. Kupffer's Sonderung des bisherigen „Protoplasmas" in Protoplasma im engeren Sinne und in Paraplasma [2]) ist heute zur Nothwendigkeit geworden.

Flemming speciell war es, der auf Grund reicher Erfahrung, sich dieser Ansicht anschliessend, auch der Ganglienzelle gedachte. [3]) Dann war es S. Freud, der in seiner Arbeit über die Structur der Ganglienzelle von Astacus zu dem Resultate gelangte, dass die concentrische wie fibrilläre Anordnung [4]) des Protoplasmas in der Ganglienzelle nicht als eine specielle Eigenschaft dieser Zellen aufzufassen ist, sondern einer allgemeinen Eigenschaft der Zellen zuzuschreiben wäre.

Entweder wurde von den Autoren, wie schon erwähnt, eine fibrilläre Structur der Ganglienzelle zugeschrieben, oder mit dieser auch eine concentrische Form im Zellleibe erwähnt. Andere Forscher wieder leugneten jede ähnliche Differenzirung und gaben blos an, dass die Ganglienzelle gleichmässig „granulirt" sei. C. Frommann [5]) ist, so viel mir bekannt, der Erste, der inner-

[1]) „Allgemeines über die Structurelemente des Nervensystems." In Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben. Leipzig 1871.

[2]) „Ueber Differenzirung des Protoplasma an den Zellen thierischer Gewebe." Schriften des naturw. Vereines für Schleswig-Holstein. Bd. I. 1875.

[3]) „Vom Bau der Spinalganglienzellen." Beiträge zur Anatomie und Embryologie als Festgabe an J. Henle von seinen Schülern. Bonn 1832.

[4]) D. h. nach d. Autor Netze, deren Maschen so angeordnet sind.

[5]) „Zur Lehre von der Structur der Zellen." Jenai'sche Zeitschr. f. Naturwissensch. Bd. IX. 1875. S. 292. (Citirt nach Flemming.)

halb der Ganglienzelle (an den Brustknoten von Astacus) ein feines Netzwerk sah, das von feinen Fäden gebildet wird.

Heute kann ich mit Sicherheit auf Grund eigener Untersuchungen sowohl an Ganglienzellen der Vertebraten, als jener der Evertebraten, und zwar hauptsächlich der Mollusken, angeben, dass selbst bei Ganglienzellen derselben Art und derselben anatomischen Stelle sowol eine „fibrilläre" Form, resp. Anordnung des Protoplasmas innerhalb der Zelle vorkommen kann als eine concentrische; ferner aber auch eine Combination beider Anordnungsarten. Ich kann aber auch behaupten, dass es Momente im Zellenleben gibt, wo weder der eine, noch der andere Fall auftritt, sondern das Protoplasma im Zellleibe ganz gleichmässig vertheilt ist und blos „granulirt" erscheint, wir dann aber Bilder erhalten, wie das Fig. 25, Taf. IIb in Flemming's Buche [1]) dargestellt ist. Dass wir es hier also mit Erscheinungen zu thun haben, wie es andere Zellenarten, nach ihrer speciellen Art modificirt, zeigen, ist von S. Freud [2]) richtig erkannt worden. Um die verschiedenen Formstadien des Protoplasmas innerhalb der Ganglienzelle möglichst zu erfassen, glaube ich recht zu thun, ähnliche Bildungen auch bei anderen Zellarten zu betrachten. Um einige Beispiele anzuführen, wären die fibrilläre Anordnung des Protoplasmas oder besser Protoplasmafeldchen in den glatten Muskelfasern [3]), die netzförmige Anordnung in den Epithelien, Drüsenzellen, Plasmazellen der Mollusken etc., als stäbchenförmige Anordnung an der Zellbasis der Ausführungsgänge der Speicheldrüsen der Vertebraten (Pflüger), der gewundenen Nierencanäle der Säuger (Heidenhain), der Harncanälchen der Antennendrüse der Crustaceen (Grobben), der des Nierenepithels und vieler Drüsen der Mollusken, sowie einzelne Stellen des secundären Leibeshöhlenepithels der Eledone (Grobben). Endlich die radiäre Anordnung des Protoplasmas in vielen Eiern.

Ich glaube in dieser Zusammenstellung die charakteristischsten Formen der Protoplasmaanordnung aufgeführt zu haben und möchte hier nur auf einige vitale Veränderungen aufmerksam gemacht haben.

Die Anordnung der Protoplasmafädchen zu Netzen kann meiner Ansicht nach auf zwei verschiedene Weisen zu Stande kommen. Entweder legen sich die Fädchen einreihig hintereinander, wobei das Ende des hinteren mit jenem des darauffolgenden

[1]) „Zellsubstanz, Kern- und Zelltheilung."

[2]) „Ueber den Bau der Nervenfasern und Nervenzellen des Flusskrebses." (Sitzb. d. Wiener Akademie Bd. LXXXV.)

[3]) Siehe unter Anderen: L. Ranvier, „Traité technique d'histologie".

zusammentrifft. So würde dann ein Protoplasmanetz von grosser Feinheit entstehen, wie wir dieses etwa in manchen Epithelien erkennen. Oder aber können die Protoplasmafädchen zu mehreren nebeneinandergelagert sein und dann sind die Fäden des Netzes äusserst dick und erscheinen bei Trockensystemen „granulirt". Dass aber diese beiden Arten der Netzbildungen sich vielfach combiniren können, ja ein dicker Netzfaden sich allmälig verjüngt und zu einer „einreihigen" wird, dafür geben die Plasmazellen der Mollusken ein schönes Beispiel. Man findet bei diesen Zellen, wie ich dies am deutlichsten an jenen der Chitonen erkennen konnte, das Protoplasma oft um den Kern in verschiedener Form dicht gelagert, gleichsam zusammengezogen, ohne dass es Fortsätze in das Paraplasma aussenden würde. Dann kann aber auch die Zelle hell und homogen erscheinen und nur um den Kern ist das bei Trockensystemen granulirte Protoplasma gelagert. In anderen Fällen hängt das um den Kern gelagerte Protoplasma durch eine dünne Brücke mit einem anderen Protoplasmaklumpen zusammen, der gewöhnlich bedeutend kleiner als der um den Kern gelagerte und gleichfalls fortsatzlos ist. Neben solchen Zellen gelagert, erkennt man an demselben Präparate, wodurch eine Affection und dadurch bedingte Formveränderung des Protoplasmas durch das Reagens ausgeschlossen wird, andere Plasmazellen, welche bereits ein dickes Protoplasmanetz mit sehr weiten Maschen aufweisen und man kann von solchen an alle Uebergänge bis zu einem dünnen Protoplasmanetze mit feinen Maschen auffinden. Zu ganz feinen Netzen, wo die Protoplasmafädchen einreihig angeordnet sein sollten, kommt es hier wahrscheinlich gar nicht. Nebenbei sei noch bemerkt, dass, falls Stoffwechselproducte innerhalb der Zellen sich finden, dieselben stets dem Protoplasma und nie dem Paraplasma eingelagert sind. Das Protoplasma ist um den Kern stets am dichtesten.

Was speciell die Leberzelle des Frosches etc. betrifft, so hat bekanntlich Kupffer in ihr ein Netzwerk beschrieben [1]) und in Heidenhain's Artikel über die Physiologie der Absonderung in Herrmann's Handbuch der Physiologie [2]) ist auch eine Abbildung Kupffer's von diesen Zellen beigegeben; ein Netzwerk, das am dichtesten um den Kern gelagert ist und durch Ueberosmiumsäure oder mit 10%iger Kochsalzlösung und Jodtinctur sichtbar gemacht wurde.

Im Gegensatz zu Kupffer konnte Flemming nicht er-

[1]) l. c.

[2]) Bd. V. 1. S. 223. Fig. 61.

kennen, „dass die Fadenmasse der Regel nach um den Zellkern oder neben ihm am beträchtlichsten angehäuft wäre". Weiter setzt er fort: „An meinen Präparaten ist dies eine ziemlich seltene Ausnahme. Meistens ist vielmehr das Fadenwerk an der Seite der Zelle localisirt und verdichtet, welche den Gallenröhren angrenzt, während der Kern an der entgegengesetzten, dem Blutgefässe zugewendeten liegt und entweder gar keine oder nur wenige Fädensammlungen um sich her hat." Netzförmige Verbindungen der Fäden konnte Flemming nicht constatiren. Behandlung (Härtung) mit Alkohol, Chromsäure und chromsaurem Kali rufen nach Flemming von den Vorigen verschiedene Bilder hervor.

Einstweilen die Erscheinungen in der Leberzelle verlassend, möchte ich den stäbchenartigen Anordnungen des Protoplasmas einige Aufmerksamkeit schenken.

Hier für unsere Zwecke am passendsten glaube ich C. Grobben's kürzlich gemachte Beobachtungen anführen zu sollen.[1]) Nachdem nämlich Grobben die unterhalb des Kernes sich findende, für die Nierenzellen überhaupt so charakteristische Längsstreifung im Nierenepithel unter Anderen von Sepia officinalis constatirt hatte, fährt er fort: „Diese Streifung, welche auf eine strangförmige Anordnung der Protoplasmakörnchen zurückzuführen ist (sogenannte Stäbchenbildung), ist jedoch nicht an allen Stellen gleich deutlich ausgeprägt, indem sich an Stelle der Stäbchen zuweilen in Reihen geordnete Körnchen finden; ja mitunter fehlt die Streifung vollständig und ist auch in der zuletzt beschriebenen Form nicht mehr vorhanden." Grobben schreibt diese Anordnung der Protoplasmatheilchen dem „durch die Epithelzellen streichenden Excretionsstrome", also einem passiven Verhalten der „Protoplasmakörnchen" zu. Diese Stränge können sich dann nach Grobben selbst zu Plättchen anwachsen, die senkrecht zur Zellenbreite stehen und den Kern concentrisch umgeben sollen. Diese feste Aneinanderreihung muss aber meiner Ansicht nach unter Umständen soweit gehen können, dass man die Stränge angeblich sogar isoliren kann. Nur so kann ich wenigstens Heidenhain's Angaben[2]) betreffs der Säugerniere erklären.

Was speciell die obenerwähnte Längsstreifung der glatten Muskelfasern betrifft, so kann man sich überzeugen (Harnblase der Ratte), dass sie keine continuirliche ist, sondern aus kleinen

[1]) C. Grobben: „Morphologische Studien über den Harn- und Geschlechtsapparat, sowie die Leibeshöhle der Cephalopoden". Arbeiten des zoolog. Institutes zu Wien. Tom. V. Heft 2. 1884.

[2]) l. c. S. 285.

Theilchen gebildet wird (Protoplasmafädchen). Diese Streifung ist aber gleich den anderen Anordnungen des Protoplasmas unbeständig und vom Zustande der Zelle bedingt. [1])

Ich habe nun hier eine Anzahl Beispiele aus der Literatur und nach eigenen Beobachtungen angeführt, und wer sich die Mühe nehmen will, wird in der Literatur noch zahlreiche solcher finden, blos um zu zeigen, dass die Anordnung der Protoplasmafädchen (oder wenn ihre Länge eine eventuell sehr geringe sein könnte „Körnchen") zu gewisser Form, die für gewisse Zellarten charakteristisch sind (Längsstreifen der glatten Muskelfasern [2]), die stäbchenartige der Nierenzellen und vieler Drüsenzellen) keine constante ist, sondern unter Umständen, bei gewissen Zuständen, je nach dem Functionszustand der Zelle, vorhanden sind oder nur in Bildung begriffen.[3]) Dabei behaupte ich nicht, dass die Protoplasmatheilchen sich erst bilden müssen [4]) bevor sie sich anordnen, vielmehr halte ich sie für ganz constante Theile der Zelle, nur meine ich, dass sie je nach dem Functionszustande der Zelle

[1]) Die quergestreiften Muskeln können nicht hierher gerechnet werden, da sie schon complicirtere Verhältnisse der Zellleiber aufweisen. Nach der schönen Untersuchung L. Bremer's („Ueber die Muskelspindeln nebst Bemerkungen über Structur, Neubildung und Innervation der quergestreiften Muskelfaser." Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. XXII) soll von den Muskelkernen aus ein Netz die Muskelfasern durchsetzen, welches wieder mit dem um andere Muskelkerne gelagerten „Protoplasma" zusammenhängt. „Es gibt", wie Bremer sich ausdrückt, „in den quergestreiften Muskelfasern alternirende dicke und dünne Quer- und Längsfäden, alternirende Quer- und Längsreihen von grossen und kleinen Knötchen, ein gröberes und ein feineres Netz." Meiner Ansicht nach aber ist dieses Netz ein dem Zellleibe gleiches, aus Protoplasma und Paraplasma gebildetes und nicht einem blossen Protoplasmanetze vergleichbares. Dann würde aber die zwischen dem Netze gelegene contractile Substanz als eine Ausscheidung des Zellleibes aufzufassen sein und mit jenen Bildungen verglichen werden können, die in die grosse Gruppe der Cuticulabildungen gehören.

[2]) Ein ganz ähnliches Verhalten vermuthet J Brock in den Fibrillenbündeln des Peritoneums von Aplysia. „Umgeben sind diese Kerne (der Fibrillenbündel. H.) stets von einem Hof unveränderten grobkörnigen Protoplasmas, welcher in der Profilansicht als eine sanft hügelige Anschwellung des Bündels erscheint, von oben gesehen ganz allmälig in die Streifung des Bündels übergeht. Auf welche Weise, ist bei der Feinheit der hier in Betracht kommenden Gebilde schwer zu ermitteln, es hat aber den Anschein, als ob die gröberen Körner des Protoplasmas (wohl Protoplasmafädchen. H.) sich in Reihen ordneten, welche immer mehr an Bestimmtheit gewinnen und so zu den Fibrillen werden." (l. c. Separatabdr. S. 17.)

[3]) Diese Ansicht würde dann mit jener von H. D. Schmidt und Arndt, welche ich aus S. Freud's Arbeit kenne, (l. c. S. 27) übereinstimmen.

[4]) S. C. Frommann: „Untersuchungen über Structur, Lebenserscheinung und Reactionen thierischer und pflanzlicher Zellen". Jena 1884. (Auch in der Jenaischen Zeitschr. f. Naturwiss.)

im Paraplasma zerstreut sein können („gleichmässig granulirt" bei Trockensystemen) oder zur charakteristischen Form sich anreihen.[1])

Auf diese Weise können wir aber auch der Ganglienzelle näher treten. Das Protoplasma der Ganglienzelle ist in sehr vielen Fällen in der Zelle gleichmässig vertheilt erkannt worden. Oft beobachtet man aber bereits an solchen Stadien der Ganglienzelle noch eine reihenweise Anordnung des Protoplasmas in der Wurzel der Fortsätze oder aber noch Spuren einer concentrischen Anordnung in der Nähe des Kernes. Ich habe aber auch oft an demselben Objecte und mit derselben Präparirmethode (Härtung mit Ueberosmiumsäure und Alkohol, Färbung mit Ammon-Carmin) sowohl an Schnitten wie ganzen Zellen eine streifenförmige, theilweise um den Kern concentrirte Anordnung des Protoplasmas erkennen können.[2]) In solchen Fällen konnte die fibrilläre Anordnung bis weit in den Fortsatz der Zellen verfolgt werden.

Besonders an den früher erwähnten breiten Nervenfasern des Peritoneums von Doris konnte ich, selbst weit entfernt von einer Ganglienzelle, beobachten, dass eine fibrilläre Structur auf den ersten Blick zu erkennen war. Nach genauer Prüfung aber ergab es sich, dass wir es nicht mit Fibrillen, sondern mit Fädchen zu thun haben, die sich reihenweise in der Nervenfaser anordneten, aber keine continuirliche Fibrille vorstellten, wie dieses Freud neulich für Astacus behauptete. (Fig. 12.) In anderen Fällen wieder zeigte es sich, dass innerhalb der Nervenfaser die Fädchen zu breiteren, jedoch wenigen Fasern angeordnet waren (Fig. 7), welche wieder durch Querverbindungen gleicher Art zusammenhingen (n, n').

[1]) Selbst wenn wir von der activen Thätigkeit absehen und die Protoplasmafädchen für vergängliche Gebilde nach dem Vorgange A. Brass' („Die chromatische Substanz in der thierischen Zelle." Zoolog. Anzeiger. VI. Jahrgang. 1883. Heft Nr. 156) ansehen, hat dieser Satz Geltung. Denn dann würden die Protoplasmafädchen von äusseren Kräften zu gewisser Form des Protoplasmas angereiht, wie dieses Grobben meint. Meiner Ansicht nach aber sind die Bewegungen der Protoplasmafädchen nicht von äusseren Kräften bedingt, sondern besitzen eine solche in sich selbst. Eine gewisse active Contractilität schreibt den Protoplasmafädchen der Leberzellen Kupffer zu (l. c.). Stricker und Spina beobachteten eine vitale Contractilität an den Protoplasmafädchen in den Hautdrüsen des Frosches („Untersuchungen ü. d. mechan. Leistung d. acinösen Drüsen.") E. Hermann beobachtete Körncheubewegungen in den Ganglienzellen der Darmwand von Hirudo. (Das Central-Nervensystem von Hir. medic. München 1875.) Sitzungsbericht d. Wiener Akad. der Wiss. 1879. Math.-nath. Cl. Tom. 8). Ob andere Angaben über die vitale Contractilität der Protoplasmafädchen bestehen, ist mir nicht bekannt.

[2]) Gerade darum erscheint mir die Freud'sche Ansicht, dass das Protoplasma erst postmortal in der Zelle gleichmässig vertheilt ist, wenigstens in den mir bekannten Fällen für unwahrscheinlich.

In noch anderen Fällen konnte ich an diesen breiten Nerven eine nur theilweise Anordnung in Strangform erkennen, welche, durch die öfteren Querverbindungen gestört (Fig. 7 b), oft in die Netzform überging; stellenweise waren die Nervenfasern gleichförmig von den Fädchen erfüllt, „granulirt".

Diese Beobachtung aber erwogen, möchte ich behaupten, dass die Einzelnervenfaser (Axencylinder der Vertebraten), mag sie noch so dünn sein, aus Protoplasma und Paraplasma im Kupffer'schen Sinne bestehe; sie ist die directe Fortsetzung der Zelle oder doch in centralen Theilen aus einem Nervennetze entstanden, welches aus Zellfortsätzen hergestellt wird, und so folgt, dass ebenso wie in der Zelle die Anordnung des Protoplasmas in gewissen Stadien der Function zu gewisser Form erfolgt[1]), es auch in der Nervenfaser geschehen kann. Wo jedoch die Faser ein Kernfortsatz ist, dort wird sie mit diesem übereinstimmen müssen.

Ich möchte nun zum Schlusse meiner Arbeit noch der Structur des Peritoneums kurz gedenken.

Am meisten stimmt das Gewebe des Peritoneums von Doris tub. mit jener Abbildung überein, welche Brock in seiner unlängst erschienenen Arbeit von der Leberkapsel der Aplysia punctata gibt.[2]) Die Faserbündel waren sehr breit und so dicht über- und nebeneinander gelagert, dass man nur selten eine Lücke zwischen ihnen erkennen konnte (Fig. 4). Die fibrilläre Structur, nach der von mir angewandten Behandlungsweise, war nicht so deutlich als bei den von Brock untersuchten Mollusken. Die Kerne der Bündel waren im Allgemeinen nicht gross, zeigten jedoch oft jene von Brock beschriebene, einseitig eingeschnürte Form. Die netzartig miteinander sich verbindenden Bindegewebszellen habe ich auch gesehen, wenngleich nicht so schön wie durch die von Brock angewandte Methode (Hämatoxylinfärbung). Andererseits sind mir bei Doris jene Zellgruppen, die Brock bei Aplysien als Tochterzellen der Plasmazellen oder wie er sie nennt „secundäre Plasmazellen" antraf, nie vorgekommen. Dafür aber sah ich oft Trümmer von Zellgruppen (Fig. 4 a), die jedoch mit jenen nichts gemein hatten und als Blutzellen zu deuten sind. Das in Fig. 4 abgebildete Präparat stammt aus dem dorsal der Leibeswand anliegenden Peritoneum.

[1]) Gerade in diesem Punkte würde meine Auffassung von der Freud'schen, der die Fibillen der Nerven für constante Gebilde hält, abweichen.

[2]) J. Brock: „Untersuchungen über die interstitiellen Bindesubstanzen der Mollusken." Zeitschrift f. wiss. Zoolog. Tom. XXXIX.

Aus anderen Stellen, wie Fig. 5 und 6 zeigen und welche Präparate aus dem lockern, die Eingeweide zusammenhaltenden Peritoneum, respective Mesenterien entnommen wurde, zeigt die Fibrillenbündel spärlicher und dünner, man trifft oft sogar sehr dünne an und das Bild ähnelt dann jenem, welches Brock aus der Leberkapsel von Aplysia fasciata wiedergibt. [1]) Auch werden hier die Plasmazellen häufiger.

Eines Elementes möchte ich noch gedenken, welches ich im Bindegewebe des Peritoneums von Doris tuberculata angetroffen habe. Es sind sehr lange, dünne spindelförmige Zellen mit mittelständigem Kerne (Fig. 5 und 6 ff.). Um den Kern ist der Zellleib etwas aufgetrieben und die Protoplasmafädchen sind blos hier zu sehen, da der andere Theil der Zelle homogen erscheint. Eine fibrilläre Streifung habe ich an diesen Zellen nicht erkennen können, was übrigens auch ihre Dünne verhindert hätte.

Ein das Peritoneum von innen auskleidendes Epithel, ein Epithel der secundären Leibeshöhle, habe ich nach der angewandten Methode nicht erkennen können.

Das Pericard aber, welches gleichfalls eine ähnliche bindegewebige Structur wie das Peritoneum aufweist, zeigt an seiner inneren Fläche ein deutliches Epithel!

Retesdorf (bei Schässburg in Siebenbürgen), im Januar 1884.

Tafelerklärung.

Fig. 1. Ein stärkerer Nerv; aus dem Peritoneum und der vorderen rechten Körperseite (schwach vergrössert). gz Ganglienzelle, b Nervenästchen.

Fig. 2. Aus demselben Nerven ein Stück stärker vergrössert ($^8/_3$ Hartnack); der Theil zeigt die Verlaufsrichtung des Nerven an. gz Ganglienzelle, j eine breite Nervenfaser, h Nervenhülle. Unterhalb der Ganglienzelle sind bei höherer Stellung des Tubus einige verästelte Zellen der Nervenhülle eingezeichnet (Carminpräparat).

Fig. 3. Ganglienzellen aus einem Nerven (Vergr. wie früher).

Fig. 4. Ein Stück aus dem dorsal der Leibeswand anliegenden Peritoneum mit einer grösseren multipolaren Ganglienzelle und dessen Hülle. a Blutzellen. (Carminpräparat.) (Vergr. dieselbe.)

Fig. 5. Ein Stück aus dem Peritoneum mit einer anastomosirenden Nervenfaser; nf Spindelzelle bindegewebiger Art. (Vergr. dieselbe; überosm. Präp.)

Fig. 6. E. St. a. d. P. p Nervenendzelle, n nero, j Bindegewebsanastomose. (Vergr. dieselbe; überosm. Präp.)

Fig. 7. Nervenfasern aus dem Periton. der Leber. a Nerven, h Hülle.

Fig. 8. Isolirte Nervenendzellen mit einem darunter liegenden stärkeren Nervenaste, bz Bindegewebszellen. (Vergr. dieselbe.)

Fig. 9, 10. Nervenendzellen. (Vergr. dieselbe.)

Fig. 11. Fibrillen (überosm. pr. V. d.).

Fig. 12. Breiter Nervenfaden mit fibrillärer Anordnung des Protoplasmas.

[1]) l. c. Fig. 7

Zur Kenntniss der Kreislaufsorgane der Schizopoden und Decapoden.

Von

C. Claus.

(Mit 9 Tafeln.)

Nachdem unsere Kenntniss von den Kreislaufsorganen der Edriophthalmen durch eingehende neuere Untersuchungen eine so wesentliche Förderung erfahren hat, dürfte es wohl an der Zeit sein, auch den Podophthalmen von Neuem die Aufmerksamkeit zuzuwenden, theils um bestehende Lücken auszufüllen, theils um die auf dem Gebiete der höheren Malakostraken bereits festgestellten Ergebnisse mit den an niederen[1]) Formengruppen gewonnenen Erfahrungen durch vergleichende Betrachtungen in Einklang zu bringen. Die Aufgabe, die Kreislaufsorgane der höheren und niederen Malakostraken auf einander zurückzuführen, erscheint um so versprechender, da sich nicht nur im Bau des Herzens und in der Anordnung der Arterien mehr oder minder klar liegende Homologien finden, sondern auch die mehr oder minder begrenzten Bluträume der Leibeshöhle, die grösseren Sinus und die engeren gefässartigen Canäle, in denen das Blut zum Herzen zurückströmt, unmittelbare Beziehungen bieten.

Offenbar sind es die Isopoden, welche trotz der weit nach hinten gerückten Lage des Herzens in der Gestaltung des Gefäss-

[1]) Selbstverständlich wird es mit Rücksicht auf die einfachere Organisation und geringere Körpergrösse der Amphipoden und Isopoden gestattet sein, diese Formengruppen nach wie vor als die niederen Malakostraken zu bezeichnen. Damit ist natürlich nicht gesagt, dass dieselben die phylogenetisch ursprünglicheren seien, und auch meines Wissens ebensowenig ausgesprochen worden, wie die Ansicht, dass die Edriophthalmen zu den Podophthalmen „nur ganz entfernte Beziehungen“ hätten.

systems den höheren Malakostraken am nächsten stehen. Nachdem schon Audouin und Milne Edwards[1]) über das Herz und Arteriensystem von Ligia grundlegende Beobachtungen mitgetheilt hatten, und diese durch die Arbeiten von Kowalevsky[2]) über Idothea entomon und Nicolas Wagner[3]) über Porcellio, von Sars[4]) über Asellus aquaticus wesentlich ergänzt worden waren, hat jüngst Delage[5]) durch umfassende Untersuchungen unsere Kenntniss bedeutend gefördert und durch den Nachweis eines sternalen, die Ganglienkette begleitenden Arterie, sowie durch die genauere Verfolgung der thoracalen und abdominalen Blutsinus Verhältnisse festgestellt, welche über die nahen Beziehungen der Circulationsorgane der Isopoden zu denen der Podophthalmen keinen Zweifel zurücklassen.

Einfacher verhält sich das Gefässsystem der Amphipoden, an welchem eine Sternalarterie bislang nicht aufgefunden wurde, wohl aber ausser den beiden Aorten mehrere Paare[6]) seitlicher Arterien, sowie ein periösophagealer Gefässring[7]) erkannt und auch die perivisceralen Blutsinus in einer mit den Isopoden wesentlich übereinstimmenden Gestaltung nachgewiesen wurden.

Rücksichtlich des Herzens, dessen Form und Lage in den Malakostrakengruppen überaus verschieden ist, hatte ich bereits in einer trüheren Arbeit[8]) den Versuch einer einheitlichen Zurückführung gemacht, gegen den kaum ein berechtigter Einwand zu erheben sein dürfte. Ich hatte als Ausgangspunkt das langgestreckte durch den ganzen Leib verlaufende Herz der Phyllopoden (Branchipus) gewählt und ein solches noch mit zahlreichen Spaltenpaaren versehenes (sogenanntes vielkammeriges) Herz auch für die hypothetische Stammform der Malakostraken angenommen. Diese

[1]) Audouin et M. Edwards. Recherches anatomiques et physiologiques sur la circulation dans les Crustacés. Ann. sciences nat. I. Serie. Tom. XI.

[2]) A. Kowalevsky. Russische Abhandlung über Idothea entomon. St. Petersburg. 1864.

[3]) N. Wagner. Recherches sur le système circulatoire et les organes de la respiration chez le Porcellion élargie. Ann. sciences nat. 5. Serie. Tom. IV. 1865.

[4]) G. O. Sars. Histoire naturelle des Crustacés d'éau douce de Norvège. Christiania. 1867.

[5]) Yves Delage. Contribution à l'étude de l'appareil circulatoire des Crustacés Édriophthalmes marins. Archiv de Zoologie. Tom. IX. Paris 1881.

[6]) Vgl. C. Claus. Der Organismus der Phronimiden. Arbeiten des zool. vergl. anatom. Instituts etc. Wien, Tom. II, 1879.

[7]) Delage l. c.

[8]) C. Claus. Untersuchungen zur Erforschung der genealogischen Grundlage des Crustaceensystems. Wien 1876, pag. 19—23.

ursprüngliche Gestaltung des Herzens, welche das lange rückengefässähnliche Stomatopodenherz [1]) am vollständigsten bewahrt hat, erfuhr aber im Zusammenhang mit der Concentrirung von Segmenten und mit der Specialisirung der Körpergestalt und Athmungsweise Reductionen, für welche wir in den verschiedenen Herzformen der Edriophthalmen ein zuverlässiges Zeugniss erhalten haben. Ist es zunächst auch nicht die Längsstreckung des Herzens und die grosse Zahl [2]) der Spaltenpaare, welche in diesem Sinne als ausschlaggebend verwerthet werden kann, so doch die Thatsache, dass innerhalb der Isopodengruppe so bedeutende Differenzen in Form und Lage des Herzens möglich sind, wie bei den echten Asseln einerseits und den Scheerenasseln andererseits, deren Herz nach Lage und Gestalt mit dem der Amphipoden übereinstimmt. Eine Erklärung dieses auffallenden Unterschiedes finden wir in der Supposition eines langen vielkammerigen Rückengefässes, welches bei der Stammform der Edriophthalmen, den Mittelleib und Hinterleib durchsetzte und bei den zur Entwicklung der verschiedenen Edriophthalmentypen führenden Nachkommen jener in der vorderen oder hinteren Region rückgebildet wurde. Eine andere Erklärung erscheint nahezu ausgeschlossen, da die Annahme, dass ursprünglich eine gemeinsame, wenigkammerige auf bestimmte Körpersegmente beschränkte Herzform bestanden habe, welche in einem Falle mehr nach vorn gezogen, im andern in das Abdomen zurückverlegt sei, ausreichender Anhaltspunkte entbehrt. Dagegen sprechen für die thatsächliche Vereinfachung vielkammeriger phyllopodenähnlicher Herzformen, für die Rückbildung und den Verlust von Spaltöffnungen, nicht nur die von dem Rückengefäss der Nebalia bekannt gewordenen Eigenthümlichkeiten, sondern auch die Formgestaltung des Edriophthalmenherzens selbst, an welchem (Amphipoden) kammerartige [3]) Abschnitte ohne Spaltöffnungen vorhanden

---

[1]) C. Claus. Die Kreislaufsorgane und Blutbewegung der Stomatopoden. Arbeiten des zool. vergl. anatom. Institutes etc. Wien, Tom. IV, 1883.

[2]) Als ich dieselbe in meiner früheren Arbeit zum Ausgangspunkt machte, waren noch die unrichtigen Angaben über die Existenz von sieben (Frey und Leuckart), beziehungsweise sechs (Sars) Spaltpaaren des Amphipodenherzens massgebend. Erst zwei Jahre später (Zool. Anzeiger 1878) überzeugte ich mich von der auch bei den Crevettinen allgemein giltigen Dreizahl der Ostienpaare, die auch nunmehr von Delage bestätigt wurde.

[3]) Ich gebrauche den Ausdruck Herzkammer nicht in dem Sinne eines auch dem Lumen nach partiell gesonderten, sondern eines dem entsprechenden Leibessegmente zugehörigen Abschnitts.

sind, oder (Isopoden) die Ostien unsymmetrisch an der einen oder anderen Seite zur Obliteration gelangt sind.

Auch das mehr gedrungene im Mittelleibe gelegene Herz der Podophthalmen — unter Ausschluss der mehr abseits stehenden und in vielfacher Beziehung ursprüngliche Charaktere zeigenden Stomatopoden — ist aus einem vielkammerigen Phyllopodenherzen abzuleiten, welches sich unter bedeutender Concentration zu einem thoracalen, von drei Ostienpaaren durchbrochenen Abschnitt reducirte. Am wenigsten erscheint die Verkürzung bei den in vieler Hinsicht den Larven langschwänziger Decapoden nahestehenden Schizopoden, insbesondere den Mysideen, durchgeführt, deren Herz noch eine langgestreckte Form besitzt, von der Kiefergegend an den ganzen Mittelleib durchsetzen kann und erst im letzten oder vorletzten Segmente desselben in die abdominale Aorta übergeht. Im Vergleich zu dem Stomatopodenherzen ist allerdings die gesammte abdominale Region der ursprünglichen Herzform verschwunden, dagegen die des vorausgehenden Mittelleibes, wenn auch mit bedeutenden Reductionen der Ostienpaare ziemlich vollständig erhalten (Fig. 1). Wie bereits in einer früheren Arbeit mitgetheilt wurde, hat diese besonders nach hinten lang ausgezogene Herzform der Mysideen (Mysis, Siriella) eine gewisse Aehnlichkeit mit dem von zwei grossen und vier kleinen Ostienpaaren durchsetzten Nebaliaherzen, welches freilich von der Maxillarregion bis in das vierte Abdominalsegment herabreicht und sich auch am vordern Ende in eine Aorta fortsetzt.

Ueber das Herz und den Kreislauf der Mysideen, von dem wir zum Verständniss des Decapodenherzens auszugehen haben, liegen eine Reihe von Angaben vor, die jedoch nur theilweise richtig, sämmtlich aber höchst unvollständig sind. Nach Thompson[1]) entspringt am vorderen Ende des Herzschlauches eine Aorta und am hinteren Ende ein Abdominalgefäss, aus welchem das Blut in zwei den Darmcanal begleitende Canäle gelangen und von da in einen grossen unter dem Herzen gelegenen Sinus zurückkehren soll. Frey und Leuckart[2]) beschrieben am Mysideenherzen drei Ostienpaare und einen vorderen unpaaren Gefässstamm, welcher über dem Magen verläuft und bald frei endet. Das aus demselben austretende Blut soll nach diesen Autoren an der

[1]) Thompson. Zoological researches. vol. I 1828

[2]) Frey und R. Leuckart. Beitrag zur Kenntniss wirbelloser Thiere etc. Braunschweig 1847.

Bauchseite zwischen den Insertionen der Beine von vorn nach hinten in das Abdomen eintreten und zahlreiche Seitenströme nach den einzelnen Organen abgeben. Wie die arteriellen, so sollen auch die venösen Blutbahnen, die ihren Ursprung aus schlingenförmigen Umbiegungen jener nehmen, selbständiger Wandungen entbehren. P. J. van Beneden [1]) unterscheidet am Herzen von Mysis vulgaris neben der vorderen Aorta zwei seitliche Arterien. Jene versorge die Augen und Kopfgliedmassen, während das Blut aus den Seitenarterien in einen gemeinsamen Raum gelange, in welchem dasselbe an der Ventralseite bis zum Telson herabströme. Seitliche Abzweigungen dieses Hauptstroms führen sofort zum Herzen hin, zu welchem das Blut des Abdomens in einem dorsal verlaufenden Hauptstrom zurückkehrt. Ergänzt wird diese Darstellung durch die Beobachtungen von G. O. Sars, welcher in seiner bekannten Arbeit über die Süsswasser-Crustaceen Norwegens die Angabe macht, dass die vorderen Seitenarterien der Mysideen die Antennen versorgen und am hinteren Herzende im vorletzten Brustsegment den Ursprung eines ventralwärts absteigenden Gefässes beschreibt, welches das Blut dem venösen Strome zuführe. Auch Sars unterscheidet übereinstimmend mit Frey und Leuckart drei Ostienpaare, ein vorderes, ein mittleres und ein hinteres, bildet jedoch nur das mittlere Ostienpaar ab.

Beobachtungen, welche ich in jüngster Zeit an den Mysideengattungen Siriella und Mysis gemacht habe, lassen jedoch die Kreislauforgane weit complicirter und in so vielfacher Uebereinstimmung mit denen der langschwänzigen Decapoden erscheinen, dass durch dieselbe die bereits mehrfach ausgesprochene Vorstellung, nach welcher der Schizopodentypus einer phylogenetischen Durchgangsstufe der Decapoden entspricht, durchaus bestätigt wird. Unter den verschieden Larvenformen, denen wir im Kreise der Decapoden begegnen, ist es unbedingt das sogenannte Mysisstadium der Makruren, welches einen phyletischen Werth beanspruchen dürfte, während die Zoëa- und Naupliusform zahlreiche durch frühzeitiges Auftreten später erworbener Charaktere bedingte Eigenthümlichkeiten aufweisen und gewiss nicht die Bedeutung phyletischer Typen besitzen.

Von den im Triester Golf vorkommenden Mysideen wurden folgende Formen untersucht, welche wohl den grössten Theil der in der Adria einheimischen Arten repräsentiren dürften:

[1]) P. J. van Beneden, Recherches sur la faune littorale de Belgique. Crustacés, 1861.

Siriella Clausii. G. O. Sars.
Pseudosiriella[1]) (Siriella) frontalis. Edw.
Leptomysis mediterranea. G. O. Sars.
Mysidopsis gibbosa. G. O. Sars.
Mysis truncata. Heller.
Mysis bahirensis G. O. Sars.
Mysis minuta nov. sp.

letztere eine winzig kleine Mysisart, welche ich nicht beschrieben finde, von der Grösse und Gestalt einer Makrurenlarve, kaum 3 Mm. lang.

Ganz auffallend langgestreckt ist das Herz bei Siriella (Fig. 1) welches nahezu durch den ganzen Mittelleib[2]) bis in das letzte Segment desselben verläuft und somit einen ursprünglichen, an das Phyllopodenherz erinnernden Typus bekundet. Weit kürzer und besonders in seinem hintern Abschnitt stark zusammengezogen erscheint das Herz von Mysis (Fig. 2), welches nur bis zum Anfang des vorletzten Segmentes reicht, indessen durch seine gleichmässige, schräg ringförmige Muskelbekleidung und durch den Mangel eines inneren Netzes von Muskeltrabekeln den einfachen ursprünglichen Charakter bewahrt. Noch mehr verkürzt sich der hintere Herzabschnitt bei Mysidopsis. Stets wird die von einer zarten Peritonealhaut umhüllte Herzwand von zwei Paaren quergestellter Ostien durchbrochen, welche in der Region des

[1]) G. O. Sars subsumirt in seinem „Nye Bidrag til kundskaben om Middelhavets Invertebratfauna. Kristiania 1876", diese von Milne Edwards als Mysis frontalis beschriebene Form der Gattung Siriella, jedoch mit Unrecht, da die Pleopoden des männlichen Thieres keine Kiemenanhänge tragen, sich vielmehr im Wesentlichen wie die der Gattung Leptomysis verhalten. Ich habe daher für dieselbe die Gattungsbezeichnung Pseudosiriella gewählt.

[2]) In meinen Untersuchungen zur genealogischen Grundlage des Crustaceensystems pag. 6 unterschied ich am Malakostrakenleib drei primäre Regionen, die primäre Kopfregion, die des primären Mittelleibes und des Hinterleibs. Die erstere umfasst die Region der drei Naupliusgliedmassenpaare und wird durch die Paragnathen abgeschlossen. Der primäre Mittelleib umfasst 10 Segmente, von denen die beiden vorderen mit der Schild- oder Schalenanlage und dem Kopf in nähere Beziehung treten, während ihre Gliedmassen zu Maxillen werden. So entsteht der secundäre Kopf mit den fünf vorderen Gliedmassenpaaren und ein secundärer Mittelleib, die Brustregion, mit acht Gliedmassenpaaren, von denen ein oder mehrere Paare im Falle der Bildung eines Cephalothorax (der freilich bei den Arthrostraken auch als Kopf bezeichnet wird) als Kieferfüsse umgestaltet werden. Diese acht Gliedmassenpaare wurden den Pleopoden gegenüber und im Gegensatz zu der willkürlichen Unterscheidung Westwood's von Diagonopoden und Pereiopoden schlechthin als Brustfüsse bezeichnet, so dass eine neuerdings vorgeschlagene Bezeichnung derselben als Rumpffüsse ebenso unberechtigt als überflüssig erscheint.

zweiten und dritten Brustsegmentes, das eine dorsal, das andere ventral, so dicht aufeinander folgen, dass sie fast in dieselbe Querebene zu liegen kommen und leicht für ein einziges Ostienpaar gehalten werden. In der That haben P. J. van Beneden und G. O. Sars die Duplicität dieser Ostien übersehen.

Die Gefässe, welche das Herz entsendet, sind seither keineswegs ausreichend erkannt worden. Am vorderen Herzende finden sich überall ein vorderes Mediangefäss, die Kopfaorta (Fig. 1 Ao. a.) und die beiden vorderen Seitenarterien (A. lat.). An der ventralen Herzwand entspringen ziemlich median zwei, beziehungsweise drei Arterien (A. v.), welche den Darmcanal, die Leber und die Geschlechtsdrüsen versorgen; in der hinteren Herzregion tritt regelmässig rechts oder links die absteigende Arterie (A. d.) aus, welche zu der auch bei den Mysideen schon vorhandenen Sternalarterie führt (Fig. 4, A. st.), endlich am äussersten Hinterende die abdominale Aorta nebst zwei rudimentären hinteren Seitenarterien (A. lat. p.). Das vordere Mediangefäss oder die Kopfaorta, an ihrem Ursprung durch zwei in allen Podophthalmen-Gruppen wiederkehrende Taschenklappen während der Diastole geschlossen, führt das Blut nach der vorderen Kopfregion, den Augen, den vorderen Antennen und dem Gehirn zu und entspricht der von Milne Edwards „Artère ophthalmique" genannten Arterie der Decapoden. Bei Mysis verläuft dieselbe in gerader Richtung dicht unterhalb des Integuments, bei Siriella dagegen in grösserem Abstand und mehr oder minder im Bogen gekrümmt, indem sie gleich hinter ihrem Ursprung zwischen den beiden dorsalen Leberschläuchen nach der hinteren Seite des Kaumagens herabgezogen erscheint und dann wieder unmittelbar an der dorsalen Fläche desselben aufwärts emporsteigt (Fig. 8, Ao. c.). Hinter dem Kaumagen entsendet die hier trichterförmig erweiterte Aorta einen medianen Ast in die Tiefe, in welchem man einen Theil des Blutes ventralwärts nach den Mundwerkzeugen hin sich bewegen sieht, ohne dass es gelingt, dieses wohl nicht weiter verzweigte Gefäss in seinem ferneren Verlaufe zu verfolgen. In der vorderen Region des Magens tritt die Aorta wieder dicht unter das Integument, an welches sie durch Trabekeln befestigt ist, und biegt unterhalb des Rostrums zwischen zwei Muskelgruppen ventralwärts um, gibt einen medianen Zweig zum Gehirn ab (A. c.) und spaltet sich in ihre beiden Hauptäste (A. o.), welche rechts und links in die Stilaugen eintreten. Während im Allgemeinen die Verzweigungen der Arterien ziemlich spärlich bleiben, bilden die Augengefässe

ausserordentlich zahlreiche capillarartige Verzweigungen, welche die einzelnen Abschnitte des Augenganglion in überaus regelmässigen Schlingen umgürten und ihrem Verlaufe nach eine auffallende Uebereinstimmung mit den Augengefässen der langschwänzigen Decapoden (kleinere Garneelen, wie Virbius- und Athanasarten) bekunden. Die grosse Augenarterie (Fig. 9, A. o.) verläuft dorsalwärts an der vorderen Seite des Auges und gibt alsbald einen kurzen Ast ab, welcher in die Tiefe eindringt und an der inneren Grenze des inneren Marklagers (I. Ml.) eine Anzahl gestreckter Gefässe in den basalen Theil des Ganglions entsendet. Der in gerader Richtung bis zu dem facettirten Pigmentabschnitt sich fortsetzende Hauptstamm gibt sodann weiter aufwärts nahe der oberen Grenze des äusseren Marklagers (Ae. Ml.) nach beiden Seiten starke Aeste ab, von denen der eine unter Bildung mehrfacher Nebenäste an der dorsalen oberen Seite des Auges, der andere meist noch durch einen zweiten verstärkten Ast in ähnlicher Weise an der ventralen unteren Seite sich ausbreitet und Gefässschlingen um die beiden Marklager bildet. Beide Gruppen von ramificirten Gefässschlingen anastomosiren in der Tiefe, die innere Faserkreuzung durchsetzend, und bilden ein reiches capillares Netzwerk, dessen specielle Gestaltung ausserordentlich schwer am lebenden Objecte festzustellen ist. Auch entzieht sich der vordere Abschnitt der Augengefässe, welche durch die äussere Faserkreuzung in die Retina eintreten, weil durch das Pigment der Facettenkugel verdeckt, einer eingehenderen Verfolgung. Die venösen Blutcanäle finden sich an der hinteren und mehr ventralen Seite und beginnen mit einer weiten Lacune zwischen dem Schenkel des hufeisenförmigen äusseren[1]) Marklagers (Fig. 9, V. s.).

Die durch den Wechsel von Systole und Diastole erzeugten Druckschwankungen lassen sich weit über die Wandungen der Gefässstämme hin verfolgen und veranlassen Pulsationen, welche an entfernter Stelle wie am Vorderende der Aorta und an der Sternalarterie deutlich wahrzunehmen sind.

Die beiden seitlich zur Kopfaorta austretenden Gefässe, die vorderen Seitenarterien (A. lat.), welche ihrer Lage nach den „Artères

[1]) Ich habe die Bezeichnungen des in den Augenstilen hineingerückten Augenganglions und seiner Abschnitte nach Berger gewählt, dessen Arbeit über den Nervenapparat des Arthropodenauges mit die genauesten und zuverlässigsten Beobachtungen enthält. Vergl. E. Berger, Untersuchungen über den Bau des Gehirnes und der Retina der Arthropoden. Arbeiten aus dem zoologischen Institute in Wien. Tom. I, 1879.

antennaires" der Decapoden entsprechen, bleiben verhältnissmässig schwach und verlaufen schräg aufsteigend der Medianlinie genähert, an der medialen Wand der beiden dorsalen Leberschläuche. Jedes Gefäss spaltet sich gablig in zwei Aeste, von denen der obere einen rückwärts verlaufenden Zweig abgibt, welcher den blasig aufgetriebenen Vorderlappen des hinteren Leberschlauches begleitet und die dorsale und laterale Seite desselben umschlingende Verästelungen bildet. Die in die Tiefe tretenden Hauptäste führen das Blut zum Darm und zu den ventralen Leberschläuchen (Fig. 8). Nach G. O. Sars soll das obere dieser Gefässe bei Mysis zu den Antennen verlaufen, dann würde schon bei den Schizopoden ein Verhältniss vorbereitet sein, welches bei den Decapoden in vollkommenerem Grade zur Entwicklung gelangt. Mir ist es leider nicht geglückt, den oberen aufsteigenden Ast, der allein als Antennengefäss in Betracht kommen könnte, in seinem terminalen Verlaufe zu verfolgen.

Von besonderem Interesse sind die Gefässe, welche an der Ventralseite der vorderen Herzhälfte entspringen und ihren Verlauf zwischen den Genitaldrüsen nach Leber und Darmcanal nehmen. Wenn sich dieselben seither der Beobachtung entziehen konnten, so hat dies wohl darin seinen Grund, dass sie in der Tiefe verlaufen und nur an besonders günstigen Objecten deutlich hervortreten und näher zu verfolgen sind. Die unpaaren Arterien steigen schräg vom Herzen zwischen den Ovarien, beziehungsweise Hoden zum vorderen Abschnitt des Darmes empor, an dessen Wandung sie sich nach Abgaben von Zweigen, welche an der Medialwand der Leber aufsteigen, verästeln. (Fig. 9, Fig. 1 und 2, A. v.). Wir haben es hier mit Gefässen zu thun, welche sich ähnlich wie die Leberarterien der Decapoden verhalten, denn auch diese entspringen, freilich paarig, an der ventralen Seite des Herzens und nehmen einen ähnlichen Verlauf, wenn sich auch die Function als Leberarterie in höherem Grade und in mehr exclusiver Weise ausspricht. Wahrscheinlich ist dieses bei den Decapoden bestehende Verhältniss ein späteres und durch die Rückbildung der hinteren bei den Mysideen noch vorhandenen, aber hier unpaar gewordenen Gefässe entstanden.

Höchst überraschend ist gewiss die Eigenthümlichkeit dieser Darmgefässe der Mysideen, dass sie nicht paarig auftreten, sondern unpaarig in (zwei- oder) dreifacher Zahl einander folgen und genau median am Herzen entspringen. Lange Zeit war ich durch die ausschliessliche Berücksichtigung des in seitlicher Lage

zu beobachtenden Bildes der Ansicht, dass es sich um medial nahe aneinander gerückte Gefässpaare handelt, bis ich endlich durch günstige Objecte, deren ventrale Herzwand ich von der Rückenseite aus am lebenden Thiere verfolgen konnte (Fig. 3, Av', Av'', Av'''), das wahre Verhältniss erkannte. Auch sind es nicht zwei, sondern drei hintereinander folgende Arterien, von denen die letzte in der Gegend der Ostienpaare entspringt und nur in besonders günstigen Fällen zu sehen ist.

Ganz anders verhalten sich wiederum die Euphausiden[1]), deren Herz auch bereits den gedrungenen Decapodentypus gewonnen hat und bezüglich der Lebergefässe mit den Decapoden übereinstimmt (Fig. 11). Die grössere Zahl der Lebergefässe bei den Mysideen erinnert an die zwei, beziehungsweise drei Gefässpaare, welche am Herzen der Hyperiden (Oxycephalus) entspringen und sich an den Leberschläuchen ausbreiten.

Ob es sich morphologisch um die gleichen Gefässe handelt, die bei den Mysideen medialwärts gerückt und unpaar geworden, oder ob diese unpaaren Arterien neu erworben sind und daher auch keinen directen Vergleich mit den Leberarterien der Decapoden gestatten, ist nicht bestimmt zu entscheiden, doch dürfte die erstere Auffassung als die natürlichere erscheinen, zumal so häufig paarige Organe oder Abschnitte derselben durch mediane Berührung und Verschmelzung zu unpaaren werden.

Die nahe Beziehung des Gefässsystems der Mysideen zu dem der Decapoden ergibt sich aber auch aus dem Verhalten der in der hinteren Herzregion austretenden Gefässe, wenngleich wohl im Zusammenhang der noch nicht so durchgeführten Verkürzung dieses Herzabschnittes interessante Abweichungen bestehen. Bereits G. O. Sars hat die schwach nach vorn zur Bauchseite absteigende Arterie ebenso wie den Ursprung derselben im vorletzten Brustsegment beobachtet. Dagegen ist Sars im Irrthum, wenn er dieses Gefäss an der Bauchseite verschwinden und den Blutinhalt dem venösen Strome sich zugesellen lässt, während dasselbe in Wahrheit in die bei den Mysideen ebenfalls schon vorhandene Sternalarterie der Ganglienkette übergeht. In beträchtlicher Entfernung hinter diesem unsymmetrischen, bald rechts, bald links entspringenden Gefäss, dessen Homologie mit der schlingenförmigen Wurzel der Sternalarterie bei den Makruren schon

[1]) Vergl. C. Claus. Ueber einige Schizopoden etc. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Tom. XIII. 1863.

a priori sehr wahrscheinlich sein dürfte, entspringt am verjüngten Herzende die abdominale Aorta, welche, wie bei den Decapoden, an der Dorsalwand des Darmes bis zum Telson herabläuft. Zur Seite derselben findet sich noch, ganz ähnlich wie auch bei Makrurenlarven eine kleine, aus dem Herzen entspringende Arterie, welche rechts und links nicht ganz symmetrisch, durch einen rückwärts medial verlaufenden Ast die Darmwand versorgt und sich bis über den Rand des letzten Brustsegments hinaus in den Muskeln ausbreitet (Fig. 1, 3, 10, A. lat. p.). Es handelt sich hier offenbar um ein wenig entwickeltes hinteres Arterienpaar, von welchem sich auch noch bei den Decapoden Ueberreste erhalten haben.

Die abdominale Aorta gibt in den fünf, die Pleopodenpaare tragenden Segmenten des Abdomens nahe der hinteren Segmentgrenze paarige Seitenarterien ab, welche nahe ihrer Austrittsstelle einen stärkeren rücklaufenden Zweig an die Darmwand entsenden. (Fig. 3, R. l.)

Dieselben halten anfangs eine tiefe Lage unter den Streckmuskeln der Rückenseite ein, treten dann aber nach Abgabe eines nach hinten gerichteten, in das nachfolgende Segment hereinreichenden Muskelastes nach der Oberfläche hervor und verlaufen seitlich über der Muskulatur. Im weiblichen Geschlecht enden dieselben in einiger Entfernung von dem Ursprung der Pleopoden, beim Männchen aber — wenigstens trifft dieses Verhältniss für die Gattung Siriella zu — biegt das Ende derselben in die grossen kiementragenden Pleopoden ein, um diese mit Blut zu versorgen.

Uebrigens sind die Verzweigungen dieser paarweise, aber oft etwas unsymmetrisch entspringenden Seitengefässe nur unbedeutend und man sieht an vielen Stellen aus Oeffnungen der meist kurzen Aeste das Blut in den lacunären Kreislauf übertreten (Fig. 6, Oe.). Abweichend gestaltet sich das Verhalten der hinteren Aorta im sechsten Abdominalsegment, in welchem sie nach G. O. Sars in zwei Arme ausläuft, die schräg zur Bauchseite dieses Segmentes absteigen. In Wahrheit ist es jedoch, wie man sich bei genauer Untersuchung des Thieres vom Rücken aus überzeugt, nur ein seitlich austretendes und dann zur Mittellinie schräg absteigendes Gefäss, dessen Blut theils in die beiden Fächergliedmassen übergeführt wird, theils durch einen kurzen, hakenförmig nach vorne gerichteten offenen Ausläufer dem rücklaufenden lacunären Strom der Bauchseite sich beigesellt (Fig. 5 Oe.). Der dorsale Stamm setzt sich, wenngleich stark verjüngt, über den Darm hin fort (Fig. 5, A. caud.) und endet in der medianen Blutlacune des Telson.

Bedeutender ist die Differenz in der Gestaltung der Sternalarterie und in der Art und Weise, wie die absteigende Seitenarterie in jene überführt (Fig. 1 und 4, A. d.). Diese bildet eine kurze, bald rechts- bald linksseitige Schlinge um den Darm und setzt sich in der Mediane unter dem Darm nach der Bauchseite fort, um sich hinter der Bauchganglienkette in drei mediane Aeste zu spalten, welche durch die Commissuren der Bauchkette am 5., 6. und 7. Beinpaare an der Ventralseite der Ganglienkette zum Vorschein kommen. Der hintere Ast, welcher dicht hinter dem vorletzten Ganglion hervortritt, gibt sogleich rechts und links Arterien in das 7. Beinpaar ab und setzt sich noch in eine kurze Medianarterie fort, die sich im Anfang des letzten Brustsegmentes in die Aeste für das letzte Beinpaar der Brust spaltet. Eine ventrale Abdominalarterie wird nicht gebildet und scheint den Mysideen noch ganz zu fehlen. Der mittlere Ast tritt zwischen dem drittletzten und vorletzten Ganglion hervor und endet unter Abgabe eines Arterienpaares für das drittletzte Beinpaar mit einem nach hinten gerichteten blindgeschlossenen Medianfortsatz, welcher die Verbindung mit dem nachfolgenden Abschnitt nicht erreicht. Am mächtigsten ist der vordere Ast, welcher hinter dem viertletzten Ganglienpaare im Segment des entsprechenden Beinpaares durchtritt und in die von hier an nach vorne hin mächtig entwickelte Sternalarterie einmündet. Diese gibt paarweise Seitengefässe zu den vorausgehenden Beinpaaren — nur für das 2. Beinpaar habe ich bei S. Clausii, nicht bei Ps. frontalis, ein solches Gefäss vermisst — und setzt sich nach Abgabe seitlicher Gefässe für das zweite Maxillenpaar sehr verjüngt nach vorne fort. Auch nach hinten entwickelt sich ein schmaler medianer Ausläufer, der jedoch blindgeschlossen bleibt und den 2. absteigenden Ast nicht erreicht. Die Ganglien der Bauchkette erhalten feine capillarähnliche Gefässschlingen zugeführt.

Ueberall öffnen sich die feinen, meist capillaren Arterienästchen frei im Leibesraum (Fig. 6, Oe.), und nur in den Nervencentren scheinen, wie auch bei den Stomatopoden, Capillarnetze zu bestehen, welche schlingenförmige Anhänge von Arterien darstellen, so dass das Blut der Capillarnetze wieder in Arterien zurückströmt, die sich in die Leibeshöhle öffnen. Dieses Verhältniss findet sich lediglich zur Ernährung der Nervencentren verwendet, welche von überaus fein verzweigten Gefässschlingen durchsetzt werden. Venöse Gefässe fehlen gänzlich und werden durch engere und weitere, unvollkommen begrenzte Räume der Leibeshöhle ersetzt, die an

vielen Stellen, wie besonders in den Extremitäten, die Form von Canälen haben. Sämmtliche rückströmende Blutbahnen sind lacunär.

Das aus dem Gehirn, den Augenstielen und vorderen Antennen ventralwärts zurückfliessende Blut strömt rechts und links an der Vorderseite des Kaumagens über die Rückenwand des Magens und umspült die dorsalen Leberschläuche, zwischen denen ein medianer Strom oberhalb der hier in starkem Bogen ventralwärts gekrümmten Aorta dem Herzen zustrebt. Derselbe theilt sich jedoch vor der Insertion der ansehnlichen Retractoren des Magens in zwei Seitenströme, welche mit dem übrigen Blut grossentheils in die Schalenduplicatur eintreten. Auch das aus den Mundwerkzeugen und hinteren Antennen ausfliessende Blut gelangt schon hinter der Kieferregion aus einem weiten Spaltraume (Fig. 10, S. Oe.) in die Seitenflügel der Schale, in denen dasselbe zwischen den Connectivfasern beider Schalenblätter schräg dorsalwärts und nach hinten herabströmt. Demnach durchsetzt beinahe das gesammte, mittelst der vorderen Arterien in den Kopf eingeführte Blut auf seinem Rückwege die lacunären Räume der Schalenduplicatur, um sich aus derselben von hinten her in den mittleren erweiterten Abschnitt des Pericardialsinus zu ergiessen und hier unmittelbar durch das grosse dorsale Ostienpaar in das Herz einzuströmen. Nur geringe Blutmengen gelangen von vorn zur Seite des Aortenursprungs in den Pericardialraum.

Das aus den Beinpaaren des Thorax zurückkehrende Blut steigt rechts und links in canalartigen Lacunen, welche sich als wulstige Vorsprünge in dem Athemraum unterhalb der Schalenduplicatur erheben, zum Rücken empor und strömt von da in die hintere und mittlere Region des Pericardialsinus, von wo dasselbe mit dem Schalenblut zusammentrifft und in die Ostien des Herzens eindringt (Fig. 10, P. S.). Bei Siriella veranlassen die Gänge, welche das Blut vom 2., 3., 4. und 5. Beinpaare ausführen, an der unteren Wand des Athemraumes eigenthümlich gebogene Vorsprünge, ähnlich wie sie auch G. O. Sars [1]) bei Mysis in noch grösserer Zahl beschrieben und abgebildet hat. Ich finde jedoch zwischen Mysis und Siriella keine wesentlichen Unterschiede. Unrichtig ist auch die Sars'sche Deutung dieser Bildungen als Behälter, die durch ihren gewundenen Verlauf, sowie durch taschenförmige Fortsätze das Blut lange zurückzuhalten im Stande wären. An frischen lebenskräftigen Thieren überzeugt man sich

[1]) G. O. Sars, Histoire nat. des Crustacés etc., pag. 25. Taf. II, Fig. 6.

leicht, dass das Blut mit der gleichen Geschwindigkeit wie das Blut in den Lacunen und in der Schale nach dem Herzen strömt. Immerhin wird auch bei den Mysideen schon trotz des Mangels von Kiemenanhängen durch die zarte Hautbekleidung sowohl an der seitlichen Thoraxwand als der diese beleckenden Schalenlamelle die Respiration vermittelt werden, zumal über beide Hautflächen durch continuirliche Schwingungen eines blattförmigen Anhanges (Epipodit) des ersten Beinpaares eine lebhafte Wasserströmung unterhalten wird (Fig. 1 u. 10 Fl). Der Raum unter der Schalenduplicatur fungirt trotz mangelnder Kiemenanhänge bereits als „Athemhöhle".

Der Rückfluss des in das Abdomen geführten Blutes erfolgt in mehreren an der Rücken- und Bauchseite leicht wahrnehmbaren Strömen. Mit dem aus dem Telson austretenden Blut beginnt der dorsale Strom, der sich oberhalb der Streckmuskeln unter dem Integument nach aufwärts bewegt und in den einzelnen Segmenten durch seitwärts aufsteigende Strömungen verstärkt wird, welche, dem Hinterrande des Segmentes genähert, das aus den Seitenarterien ausströmende Blut zurückführen. Im letzten Thorakalsegmente tritt derselbe zugleich mit dem aus den hinteren Brustsegmenten kommenden Blute, verstärkt durch nicht unansehnliche aus der Tiefe emporquellende Blutmengen in die hintere Region des Pericardialsinus ein.

Der ventrale ebenfalls oberflächlich unter der Haut hinziehende, aber auch die Bauchganglienkette umspülende Strom, hat seine Hauptbezugsquelle in dem aus den Fächergliedmassen, sowie dem ventralen Endaste der abdominalen Aorta hervorquellendem Blute und wird in dem vorausgehenden Segmente nur wenig, besonders wohl durch das Blut der Pleopoden verstärkt. Im letzten Thoracalsegmente mengt sich derselbe durch seitlich aufsteigende Schlingen dem dorsalen Strom bei. Indessen gelangen auch schon in dem vorausgehenden Segmente Blutmengen desselben in die Tiefe und verstärken einen schon im letzten Abdominalsegmente wahrnehmbaren tiefen Blutstrom zur Seite des Darmcanals, der sich bis zu dem hinteren Ende der Leberschläuche aufwärts verfolgen lässt. An dem vorderen, von den Leberschläuchen umlagerten Abschnitt des Darmes verfolgt man einen tiefen, von vorn nach hinten verlaufenden unregelmässigen Blutstrom.

Weit mehr als bei den Mysideen stimmt mit den Decapoden das Herz- und Gefässsystem der Euphausiden überein, einer Schizopodenfamilie, die, wie ich früher gezeigt habe, in mehrfacher Hinsicht, besonders in der Gestaltung der Schale und der Extre-

mitäten, ursprünglichere Charaktere bewahrt hat, sich dagegen in der inneren Organisation zu einer höheren Stufe erhebt und den Geisselgarneelen unter den Decapoden am nächsten steht. Bei Euphausia hat die Leber [1]) bereits eine grosse Zahl von Schläuchen gebildet (während sie im Zoëastadium die Leberform der Siriella wiederholt) und in gleicher Weise hat das Herz mit seinen drei Ostienpaaren und Arterienstämmen vollständig den Decapodentypus gewonnen (Fig. 11). Die paarige Leberarterie, welche an der ventralen Herzwand entspringt, macht die Uebereinstimmung mit den Makruren zu einer vollständigen. Leider vermag ich nichts Genaues über die Verbindungsweise des absteigenden Gefässes mit der Sternalarterie mitzutheilen, indessen scheint dieselbe nach einer älteren Skizze (vom Jahre 1862) in einen vorderen und hinteren Ast auszulaufen.

Ueber Herz- und Gefässsystem der Decapoden sind wir im Allgemeinen schon durch die älteren grundlegenden Untersuchungen von Audouin und Milne Edward's [2]) gut unterrichtet. Nicht nur die Zahl und der Ursprung der Arterien, sondern auch der detaillirte Verlauf derselben, die Verzweigungen ihrer Aeste an den einzelnen Organen ist für einzelne Formen ziemlich genau bekannt, und zwar vornehmlich mit Hilfe der Injection der Gefässe vom Herzen aus erforscht. Es gibt aber auch noch einen zweiten, bisher wenig betretenen Weg, um die genauere Gestaltung des Arteriensystems zu ermitteln und manche bislang nicht ausreichend verstandenen Verhältnisse aufzuklären, nämlich durch Beobachtung lebender, mehr oder minder pellucider Formen, insbesondere jüngerer und älterer Larvenstadien. Jedenfalls ist die Zuhilfenahme solcher Beobachtungen dem Verständniss überaus förderlich, indem uns dieselben nicht nur mit primitiveren, minder complicirten Zuständen des Gefässsystems bekannt machen, sondern auch bei Verfolgung älterer in den letzten Entwicklungsphasen befindlicher Larven im Wesentlichen schon die Verhältnisse des ausgebildeten Thieres bei directer Verfolgung der Blutbewegung vor Augen führen. Zu diesem Zwecke erscheinen vor Allem die

[1]) C. Claus, Ueber einige Schizopoden und Malakostraken Messinas. Zeitschr. für wiss. Zool. Tom. XIII 1863, pag. 449, Fig. 29 L. H. bis Fig. 47.

[2]) Audouin und M. Edwards, Recherches anatomiques et physiologiques sur la circulation dans les Crustacés. Ann. sciences nat. Sér. I, Tom. XI, 1827.

flachen, als Phyllosomen bekannten Larvenzustände der Palinuriden geeignet, deren Kreislauf schon durch C. Gegenbaur[1]) eingehend verfolgt und mit Rücksicht auf die arteriellen Bahnen detaillirt beschrieben worden ist. Indessen bedarf diese an sich sorgfältige Darstellung, welche einer Zeit entstammt, zu welcher weder die Phyllosoma als Palinuruslarve erkannt, noch auch die Deutung der Gliedmassen vollkommen zutreffend war, mehrfacher Berichtigungen und Ergänzungen. Vor Allem hat Gegenbaur das an der Vorderwand des Herzens entspringende Paar von Arterien, welche die Anlage der bleibenden Leber versorgen, übersehen und hiermit im Zusammenhang die Verästelungen der vorderen Seitenarterien in dem flachen, die zahlreichen Darmschläuche umschliessenden Kopfbrustschild als Lebergefässe gedeutet, während sie in der That nur die zahlreichen, bei allen Decapoden an der Schalenhaut vertheilten Ramificationen des vorderen seitlichen Gefässpaares (Art. antennaire M. Edwards) wiederholen.

Das Herz liegt als länglichrunder Sack dorsalwärts über dem dritten Kieferfusspaare und den beiden vorderen Paaren der zu den Segmenten der späteren Gehfüsse gehörigen Brustganglien (Fig. 12 und 13). Im Pericardialsinus jederseits durch bindegewebige und theilweise wohl auch muskulöse Faserzüge (Fig. 18 S.) suspendirt, welche sich vor und hinter dem seitlichen Ostienpaar anheften, besitzt dasselbe 6 symmetrische Spaltöffnungen, von denen die zwei vorderen (O. d.) der Rückenseite angehören, die mittleren (O. l.) die Seitenwand durchbrechen und das dritte Paar (O. v.) an der ventralen Herzwand seine Lage hat. Die beiden ersteren Paare sind schief von vorn und aussen nach hinten und innen gerichtet; und zwar liegt das seitliche Ostienpaar in einer tiefen Einbuchtung der Herzwand, so dass dasselbe bei Einstellung der Rückenfläche minder scharf als das vordere sichtbar wird. Die beiden ventralen Spalten liegen so ziemlich in gleicher Querebene mit dem seitlichen Paare, halten aber eine mehr transversale Richtung ein. Die am Ostienrande vortretenden Klappen wurden bereits von C. Gegenbaur, ebenso wie die fein verästelten und netzförmig verflochtenen Muskelfasern der Herzwand dargestellt. In gleicher Weise wurden von demselben die vom Herzen entspringenden Arterien ihrem Ursprung und Verlaufe nach zutreffend beschrieben, so dass ich auf die Darstellung dieses Autors verweisen

[1]) C. Gegenbaur, Mittheilungen über die Organisation von Phyllosoma nnd Sapphirina. Müller's Archiv 1858.

kann. Im Besonderen sind jedoch einige Berichtigungen erforderlich; zunächst für die vorderen Seitenarterien (A. antennaires M. Edw.), deren erster und äusserer Seitenast zu einem Drüsenpaar verlaufen (Gegenb. Fig. 3 d) sollte, in Wahrheit aber oberhalb des Herzens in die schildförmige Schale eintritt und am hinteren Rande derselben nach aussen umbiegt. (Fig 18 A. t. p.) Von stärkeren Seitenästen, welche höher aufwärts mit ihren zahlreichen Verzweigungen den als Leber bezeichneten Darmanhängen folgen, zähle ich jederseits wenigstens fünf, von denen der hintere Ast (Fig. A A. 1') an dem gemeinsamen Endgang jener Schläuche austritt, der vorderste am mächtigsten entwickelte, etwas über der Mitte des Schildes entspringt, sogleich sich spaltet und mit seinen Verzweigungen die vordere Gruppe der Darmschläuche begleitet. Alle diese Gefässäste haben jedoch nicht nur die Bedeutung von Lebergefässen, sondern dienen zugleich zur Versorgung der umfangreichen, in Form eines flachen Schildes ausgebreiteten Schale, welche zudem noch eine grosse Menge von Blut durch die aus dem Gehirn und den Antennen rückkehrenden venösen Ströme empfängt und unzweifelhaft für die Respiration von grosser Bedeutung ist.

Der Seitenast (R. md.), welcher die Mandibeln mit Blut versorgt, tritt etwas oberhalb der Lebermündung in den Magen zwischen der ersten (A. t. l.') und zweiten (A. t. l'') Schildarterie ebenfalls an der Aussenseite aus und biegt in fast kreisförmiger Krümmung sogleich in die Tiefe um. An dieser Stelle tritt ebenso wie in der Umgebung der Lebereinmündung ein mächtiger rückführender Blutstrom in die Schale ein. Das obere Ende der vorderen Seitenarterie theilt sich am hinteren Ende der Antennendrüse in einen medialen und lateralen Ast, von denen der mediale (Fig. 12 und 13) die innere Seite der Drüse umziehend, nach Abgabe einiger Zweige an das Gehirn (Fig. 14 und 15 A a') und an die Antennendrüse in die Antenne eintritt, der laterale (A a'') den Aussenrand der Drüse begleitet, dann mitten durch dieselbe hindurchzieht und beim Wiederaustritt S-förmig gekrümmt in die Basis der breiten äusseren Antenne einbiegt. Wenn nun auch die vordere Seitenarterie mit ihren gabeligen Endästen beide Antennen versorgt, so geht doch die Hauptmenge des von ihr geführten Blutes durch die seitlichen vielverzweigten Aeste in die schildförmige Schale über, ähnlich wie auch die Seitenzweige dieses Gefässes Blut in die Schale der ausgebildeten Decapoden führen. Es scheint daher auch für die Decapoden die Bezeichnung des gesammten Gefässes als Antennenarterie wenig zutreffend.

Die unpaare vordere Arterie, die Aorta cephalica (Ao. c.), verläuft als unverzweigtes Mediangefäss durch den gesammten Cephalothorax und entsendet erst oberhalb des Gehirns eine sich alsbald in zwei Queräste theilende Cerebralarterie (Fig. 14 Ac.). Die beiden Aeste verhalten sich symmetrisch zu den Gehirnhälften und bilden mit ihren zahlreichen untereinander anastomosirenden Verzweigungen engmaschige, in die Tiefe eindringende Capillarnetze, welche insbesondere die Peripherie der Marklager umziehen, aber auch in das Innere derselben, sowie in die mehr peripherischen Ganglienbelege Schlingen abgeben. In ähnlicher Weise wiederholen sich die Capillarnetze an der ventralen Fläche des Gehirns (Fig. 15), aus denen sich das Blut wieder in stärkere Gefässe sammelt. Wie schon Gegenbaur bemerkte, gehen auch von den inneren Antennenarterien kleine Gefässe zum Gehirn ab, diese scheinen jedoch oberflächlich und ausschliesslich an dem bindegewebigen Neurilemm zu verlaufen. Ein stärkerer vor der Eintrittstelle in die Antenne abtretender Zweig verdient noch nähere Beachtung. Derselbe bildet mit dem der anderen Seite eine quer an der Ventralseite des Vorderlappens verlaufende Anastomose. Ich hielt anfangs dieses Quergefäss mit seinen rechts und links in die Antennenarterie einmündenden Ausläufern für ein abführendes Cerebralgefäss, ähnlich dem Vas efferens am Gehirn der Squilla (Alima), überzeugte mich dann aber durch eingehendere Verfolgung der Blutbewegung, dass dasselbe mit den cerebralen Capillarnetzen in keiner Verbindung steht, und dass die aus diesen Netzen hervorgehenden etwas stärkeren Gefässe an der Oberfläche des Gehirns, und zwar sowohl ventral- als dorsalwärts mit freien Mündungen enden. (Fig. 14 und 15 Oe.)

Die in die Arteriae ophthalmicae übergehende Verlängerung der Kopfaorta verläuft nun nicht, wie Gegenbaur angibt, unter dem Gehirn durch den Schlundring hindurch, sondern wie bei den Stomatopoden, an der Dorsalseite, um sich im vordersten zu den Augenstielen gehörigen Kopftheil in die beiden diesen zugehörigen Arterien (A. oph.) zu spalten.

Die grosse Uebereinstimmung des Gefässsystems von Phyllosoma mit dem der Decapoden ergibt sich auch aus dem Vorhandensein der beiden an der Vorderwand des Herzens entspringenden Leberarterien, welche Gegenbaur unbekannt blieben. Dieselben halten natürlich eine tiefere Lage ein und verlaufen schräg unter den beiden Seitengefässen, von diesen theilweise bedeckt, nach den vorderen und hinteren Drüsenanhängen des Leberstam-

mes (H. a., H. p.), für deren Bedeutung jener Forscher keine ausreichende Erklärung fand. Der Ursprung dieser fast longitudinal gerichteten Arterien erscheint sehr weit dem Vorderende des Herzens genähert, ist aber sowohl bei ventraler als dorsaler Lage des Thieres sehr bestimmt und deutlich erkennbar. Das Gefäss (Fig. 19 A. h.) gibt keine weiteren Aeste ab und zieht in gerader Richtung nach den beiden drüsenartigen Anhängen, an denen sich dasselbe in zwei Hauptäste spaltet. Die Wandung dieser weiten Gefässäste zeigt, im Gegensatz zu der normalen glashellen Beschaffenheit der Arterienwand, eine durch Körnchenanhäufungen getrübte Beschaffenheit, welche auf lebhafte Blastemwucherungen in der Umgebung derselben hinweisen und es wahrscheinlich machen, dass sich jetzt schon die Anlagen seitlicher Verzweigungen vorbereiten, um sich nach eingetretener Häutung an den in gleicher Weise trübkörnigen und eingefalteten, in lebhafter Fortbildung begriffenen Drüsenanhängen auszubreiten. Unter solchen Verhältnissen erscheint die Annahme berechtigt, dass diese noch kleinen vorderen und hinteren Anhänge zu umfangreichen Abschnitten der bleibenden Leber werden, zu deren mittleren Partien wahrscheinlich die zahlreichen Schläuche der Larvenleber Verwendung finden.

Von den am hinteren Herzende entspringenden Arterien entspricht die mittlere (Ao. p.) der Aorta abdominalis (artère abdominale supérieure der franz. Autoren). Dieselbe verläuft median oberhalb des Darmcanals und entsendet in jedem Segmente des Abdomens ein Paar Seitenäste (Fig. 12), deren Verzweigungen, wie bei den Mysideen, die Muskeln des Rückens und der Pleopoden versorgen, während ihre Endausläufer ventralwärts umbiegend in die Pleopoden eintreten und hier sich weiter verzweigen. Das erste Paar der Seitenäste gehört dem ersten noch nicht abgegliederten, im Brustschilde eingeschlossenen, extremitätenlosen Abdominalsegment an und gibt lediglich Gefässnetze in die Rückenmuskulatur ab. Die nachfolgenden Paare rücken ihrer Ursprungsstelle nach continuirlich weiter nach dem Vorderrand des zugehörigen Segmentes und das sechste Paar sogar in die hintere Hälfte des vorausgehenden (fünften) Segmentes. Dieses Paar von Seitengefässen ist bei weitem das stärkste und versorgt nicht nur das sechste Segment mit den Fächergliedmassen, sondern auch durch einen medialen sich gabelig abzweigenden Ast das Telson. Der mediane Endausläufer der hinteren Aorta ist ausserordentlich schwach und scheint schon, ohne in das Telson einzutreten, im sechsten Abdominalsegment zu enden.

Von den beiden hinteren Seitengefässen (Fig. 18 A. lat. p.) ist das eine ausserordentlich schwach und begleitet, nach hinten gewendet, den Darmcanal, an dessen Wand dasselbe einige wenige Seitenzweige abgibt. Um so stärker ist das entsprechende Gefäss der anderen, im abgebildeten Falle rechten Seite, dessen morphologische Gleichwerthigkeit mit der linksseitigen bei der ersten Betrachtung kaum zweifelhaft erscheint. Der Grössenunterschied lässt sich aus der Aufgabe erklären, das Blut in die Sternalarterie zu leiten, und man macht sich leicht bei ausschliesslicher Berücksichtigung des Gefässsystems der Decapodenlarven mit der Vorstellung vertraut, dass eine anfangs kleine Anastomose zu dem mächtigen absteigenden Gefässe geworden sei. Freilich ist der Ursprung von der Herzwand aus an den Anfang der hinteren Aorta gerückt oder demselben doch in dem Masse genähert, dass die für das Gefässsystem der ausgebildeten Decapoden übliche Deutung dieser Arterie als Ast der Aorta erklärlich erscheint. Morphologisch entspricht dieselbe aber einem selbstständigen Gefässe, welches in Folge einseitiger Anastomose mit dem ursprünglich wohl durch eine Oesophagealschlinge von der vorderen Aorta aus versorgten Sternalgefässe nur an dieser Seite sich erhielt und schliesslich nach Rückbildung aller übrigen Zweige zur Wurzel jener Arterie wurde.

Der Vergleich mit dem Gefässsystem der Mysideen erhebt aber unsere Deutung des absteigenden zur Sternalarterie führenden Gefässe zu einem noch höheren Grade der Wahrscheinlichkeit. Auch bei den Schizopoden treffen wir diese Arterie, und zwar ebenfalls einseitig, bald rechts, bald links, jedoch vom hinteren Herzende entfernt, im vorletzten Brustsegment entspringend, unter Verhältnissen, welche die Bedeutung derselben als eine unsymmetrisch entwickelte Seitenarterie nicht bezweifeln lassen. Da kein Grund dagegen spricht, das functionell mit jener übereinstimmende Gefäss der Decapoden von derselben morphologisch für verschieden zu halten, so liegt die Auffassung nahe, die veränderte Lage aus der Concentration des Herzens zu erklären, dessen hinterer Abschnitt ja schon bei Mysis im Gegensatz zu Siriella auffallend verkürzt erscheint; die Zusammenziehung der hinteren Herzregion brachte die absteigende Seitenarterie mit der hinteren Aorta zuerst in unmittelbare Berührung und führte später zur Verschmelzung mit der letzteren, die sich demnach auf einen schwachen, bei Phyllosoma thatsächlich noch nachweisbaren Ast reduciren musste (Fig. 18).

Der absteigende Gefässstamm von Phyllosoma (Fig. 12) krümmt sich in starkem, kaum die Länge des drittletzten Brustsegments einnehmenden Bogen um den Darm und mündet zwischen dem drittletzten und vorletzten Ganglienpaare [1]) zwischen den etwas zur Seite gedrängten Längscommissuren (Fig. 17, Co.) in das an der Ventralseite des Bauchstranges verlaufende Längsgefäss ein, welches, soweit dem Mittelleib angehörig, als Sternalarterie bezeichnet wird, in seinem hinteren, dem Abdomen zugehörigen Abschnitt aber wohl am besten als ventrale Abdominalarterie unterschieden wird. Von dem Bauchgefäss werden vornehmlich die Ganglienknoten der Bauchkette mit Gefässschlingen versorgt, welche paarig austretend mit ihren capillaren Verzweigungen das ventrale Marklager eines jeden Knotens umschlingen. Der sternale Abschnitt entsendet ausserdem sehr starke Seitenäste in die Brustbeine, Kieferfüsse und Maxillen des zweiten Paares, reicht aber mit seinem gabelig getheilten Vorderende kaum bis zur vorderen Grenze des zweiten Kieferfussganglions (Fig. 13. A. st.). Die zu den sechs hinteren Extremitätenpaaren gehörigen Seitengefässe treten stets an der hinteren Grenze der entsprechenden Ganglienknoten aus, deren mächtige Seitennerven sie zur Extremität begleiten, das siebente oder vordere Gefässpaar geht aus dem gabelig getheilten Ende der Sternalarterie hervor, läuft schräg nach vorn und spaltet sich in zwei Aeste, von denen der hintere den zweiten Maxillarfuss versorgt, der vordere nach Abgabe eines Astes für den rudimentären vorderen Maxillarfuss in die Maxille des zweiten Paares eintritt.

Die Abweichungen von dem Verhalten, welches die Sternalarterie der Phyllosoma von Mysis und Siriella zeigt, beruhen

[1]) Ich will hier bemerken, dass Gegenbaur den gestreckten, subösophagealen Abschnitt der Bauchganglienkette, welcher den sechs gesonderten Ganglienknoten vorausgeht und nach Audouin und M. Edwards drei Ganglienknoten entsprechen sollte, unrichtiger Weise auf sechs, anstatt auf fünf Ganglien (für Mandibeln, zwei Maxillenpaare, zwei Paare von Maxillarfüssen) zurückführt. Wahrscheinlich liess G. sich durch die optischen Querschnitte der die Neuralmasse durchsetzenden Gefässschlingen täuschen, wenn er die einzelnen Ganglien innerhalb des Neurilemms als deutlich gesondert zu erkennen glaubte. Am schärfsten gesondert ist noch der untere zum Segment des zweiten Maxillarfusses gehörige Abschnitt, dessen vordere Grenze an der Austrittsstelle des entsprechenden Nerven sofort erkannt wird. Der vorausgehende Einschnitt betrifft die Austrittsstelle des zweiten Maxillarnerven, hinter welchem sich der schwache Nerv des noch ganz rudimentären ersten Maxillarfusses anlegt. Ebensowenig ist der vorderste Abschnitt in Mandibel- und Maxillenganglien getrennt, deren Nerven nach vorn verlaufen.

demnach, abgesehen von dem offenbar secundär veränderten Verhalten des vorderen, die Kieferfüsse und Maxillen versorgenden Abschnittes in der Vereinfachung der Communication mit der absteigenden Seitenarterie, indem von den drei Aesten, in welche sich dieselbe dort spaltet, nur der mittlere als directer Communicationsweg zurückbleibt. Dazu kommt die Vervollständigung der Sternalarterie an den drei hinteren Brustsegmenten, sowie die Verlängerung derselben als ventrale Abdominalarterie in den Hinterleib. Ob freilich die Eintrittsstelle überall wie bei den Loricaten und Astaciden an der gleichen Stelle zwischen drittletztem und vorletztem Ganglion zu suchen ist und nicht vielleicht in anderen Familien langschwänziger Krebse ein Segment weiter nach vorn liegt, ist, zumal mit Rücksicht auf die mehrfache Communication bei Mysis, nicht ausgeschlossen, wenn auch nicht gerade wahrscheinlich.

Bei Phyllosoma ist das ventrale Abdominalgefäss verhältnissmässig schwach, im Zusammenhang mit der geringen Ausbildung des Abdomens, und entsendet ausser den Gefässschlingen in die sechs Ganglienknoten eine grössere Zahl von kurzen, wenig verzweigten Seitenästen (meist ein Paar vor und ein Paar hinter jedem Ganglion) zur Muskulatur des Hinterleibes. Bis in die Pleopodenpaaren reichen die Verzweigungen dieser Gefässäste der ventralen Baucharterie nicht, und es sind im Gegensatz zu Gegenbaur's Angabe die dorsalen Seitengefässe, deren Enden ventralwärts in die Pleopoden umbiegen. Dieses auch für die Pleopoden der ausgebildeten Makruren giltige Verhalten entspricht gewiss der ursprünglicheren Form der Gefässvertheilung, die anfangs auch für die Gliedmassen des Mittelleibes Geltung gehabt haben mag und einerseits mit der Reduction des Herzens und seiner seitlichen Gefässpaare, andererseits mit der Ausbildung des Sternalgefässes dem jetzt bestehenden Verhältnisse gewichen sein dürfte. In der That werden bei den Arthrostraken, deren gestreckteres Herz eine grössere Zahl von Gefässpaaren entsendet, auch die Beinpaare des Mittelleibes von den dorsalen Arterien mit Gefässzweigen versorgt, wie hier auch noch die vom periösophagealen Gefässring mit Blut versorgte ventrale Arterie, wenn sie überhaupt vorhanden ist, eine viel geringere Ausdehnung zu besitzen und in erster Linie für die Ernährung der Bauchkette in Betracht zu kommen scheint.

Dass die feineren Zweige der Arterien und deren capillarenartigen ramificirten Netze mit freien Oeffnungen in die Leibeshöhle

münden, hat bereits C. Gegenbaur hervorgehoben. Ebenso zutreffend ist die Angabe dieses Autors, nach welcher sich auch an grösseren Gefässzweigen Mündungen finden, wie ich selbst solche auch am freien Ende stärkerer, aus den Capillarnetzen hervorgegangener Sammelröhrchen (gewissermassen Vasa efferentia) an der ventralen und dorsalen Oberfläche des Gehirns nachweisen konnte. In gleicher Weise stimme ich Gegenbaur bei, wenn derselbe die Bahnen, in welche das Blut aus den Arterienöffnungen gelangt, als lacunäre wandungslose Bahnen der Leibeshöhle bezeichnet und das Vorhandensein venöser Gefässe bestreitet. Die Blutbewegung in den engeren und weiteren, durch die Lage der Organe, insbesondere den Verlauf der Muskelgruppen und Dissepimente scharf vorgezeichneten Lacunen der Leibeshöhle ist eine regelmässige, stimmt jedoch nicht genau zu der von jenem Autor gegebenen Beschreibung. Das aus den Augenstielen und vorderen (inneren) Antennen zurückkehrende Blut umströmt dorsal wie ventral die Oberfläche des Gehirns und nimmt, verstärkt durch die aus dem Gehirn austretenden Blutmengen, seinen Weg im Umkreis der langen Nervenstämme (Längscommissuren), der Kopfaorta und der vorderen Seitenarterie bis zum Schlund und Magen. Mächtige Nebenströme umfliessen zugleich die Schalendrüse und treten theilweise in das breite Basalglied der hinteren (äusseren) Antenne ein, um mit dem starken, aus diesen Gliedmassen zurückkommenden Strome die Seitentheile des flachen Kopfbrustschildes zu durchsetzen und von hier auch zum Theil in den weiten Randsinus einzutreten. Verstärkt durch das aus den Gefässverzweigungen der Seitenarterien austretende Blut, durchkreuzen sie in schrägen, theils mehr von vorn nach aussen zum Randsinus gerichteten, theils mehr nach innen zum medialen Strome hinstrebenden Verlaufe die Bahnen jener in den Leberschläuchen verästelten Gefässe und gelangen schliesslich beide, der letztere durch einen mächtigen, zu den Seiten des Magens eintretenden Gegenstrom schräg nach aussen gedrängt, in den hinteren Theil des Kopfbrustschildes, der hier wenigstens in der nächsten Umgebung des Herzens die dorsale Wand der Brust darstellt und nur die drei letzten Thoracalsegmente völlig frei lässt. Zu beiden Seiten des Herzens wird das Kopfbrustschild durch eine Gruppe von Muskelfasern mit der ventralen Bedeckung zusammengehalten, an dieser Stelle treten die Blutströme aus dem Schilde in den Pericardialraum ein, um während der Diastole vom vorderen, sowie vom seitlichen Ostienpaare aufgenommen zu werden. Das in die

hintere Körperregion, sowie durch die Sternalarterie in die Kieferfüsse und Brustbeine geführte Blut kehrt auf nicht minder bestimmten, an manchen Stellen durch Nebenströmchen complicirter erscheinenden Bahnen zum Herzen zurück. Im Hinterleib bemerkt man zunächst in dem ventralen Sinus zwischen Rumpfmuskulatur und Pleopodenmuskeln zwei mächtig aufsteigende Blutströme, welche in den Thorax übertreten und sich hier mehr medial genähert nach vorn fortsetzen. Schwieriger nachweisbar ist ein schwacher tieferer Strom, der sich in einem engeren intermediären Sinus oberhalb der Bauchkette und zu den Seiten des Darmes aufwärts bewegt. Die aus den drei hinteren Thoracalbeinen zurückkommenden Blutströme verlaufen schräg medialwärts neben den Arterien, zu deren Blutstrom sie die entgegengesetzte Richtung einhalten. In der Nähe der drei hinteren Brustganglien treten sie dann theilweise in die Tiefe und verstärken den aufsteigenden Blutstrom, welcher rechts und links in das hintere Ende des Pericardialsinus eintritt. Von den Seiten gesellen sich die zurückkehrenden Blutströme der beiden vorausgehenden Beinpaare hinzu, um in die ventrale Abtheilung des Pericardialsinus einzudringen und von da durch das ventrale Ostienpaar vom Herzen aufgenommen zu werden. Indessen weichen auch Nebenströmchen lateralwärts nach vorn ab und ziehen in den Seitentheilen des sternalen Schildes, verstärkt durch die aus den Kieferfüssen hervortretenden Blutmengen nach der Maxillarregion, um im Umkreis der Lebergänge in die schildförmige Schale zu gelangen. Hier veranlassen sie den bereits oben erwähnten, schräg nach vorn und aussen gerichteten Gegenstrom, der noch verstärkt wird durch einen zweiten zur Seite des Magens aus der vorderen Kiefergegend hervortretenden Strom, in welchem auch das zwischen den Kopfarterien herabgeflossene, sowie das zur Seite des Darmcanals aus dem Abdomen emporgedrungene Blut enthalten ist.

Somit gestaltet sich der Kreislauf im Kopfbrustschild überraschend lebhaft, indem der grösste Theil des Blutes wohl im Zusammenhang mit den noch fehlenden Kiemenanhängen den Raum des flachen Schildes durchsetzt, welchem ohne Zweifel im Phyllosomastadium die Bedeutung eines Respirationsorganes zukommt. Mit der Entwicklung der Kiemen und dem Eintritt in die Palinurusform dürfte sich dieses Verhältniss zu Gunsten der von den Kiemen in den Pericardialsinus aufsteigenden Seitenströme ändern, und kaum mehr als die dem Panzerschild durch die Seitengefässe zugeführte Blutmenge jene Hautduplicatur durchkreisen, während die zurück-

führenden Kiemengänge das Blut des Mittelleibes nach dem Pericardialsinus hinleiten. In der Bildung des arteriellen Gefässsystemes aber steht Phyllosoma — von der einfachen Gestaltung der Gefässramificationen abgesehen — im Wesentlichen auf gleicher Stufe mit dem Geschlechtsthiere, da ein so bedeutender Unterschied in der Versorgung der Leber nicht bestehen kann und die sogenannten Lebergefässe der Phyllosoma den in die Rückenschale eintretenden Zweigen der grossen Seitenarterie entsprechen, die eigentlichen Lebergefässe aber in beiden Fällen aus dem ventralen, auch im Jugendzustande vorhandenen Arterienpaar entspringen. Die Pleopoden erhalten keineswegs von Seitenzweigen der unteren oder ventralen Abdominalarterie, sondern wie bei allen bisher näher untersuchten Makruren von den ventralwärts umbiegenden Ausläufern der dorsalen, aus der hintern Aorta entspringenden Arterien ihr Blut. Andererseits ergibt sich aber erst aus der Gestaltung des Gefässsystemes der Phyllosoma und der älteren Makrurenlarven die richtige Deutung der am hinteren Herzende auftretenden Arterien, welche bisher nach dem Vorgang von Audouin und Milne Edwards[1]) in unrichtiger Weise beurtheilt wurden. Von diesen Autoren wurde das zur Sternalarterie absteigende Gefäss als der am hinteren unteren Herzende entspringende Hauptstamm, die abdominale Aorta als ein Ast desselben betrachtet. Dorsalwärts entsende dasselbe hinter seinem Ursprung die mediane, in das Abdomen absteigende obere oder dorsale Baucharterie, deren Zweige sich in der Rückenmuskulatur und an den Seiten des Darmcanals ausbreiten und mit ihren Enden in die Pleopoden übergehen. Die „artère abdominale superieure“ ist jedoch ein selbstständiges, als hintere Aorta vom Herzen austretendes Gefäss, dessen Ursprung mit der links- oder rechtsseitigen hinteren Seitenarterie eng zusammengedrängt liegt, beziehungsweise verschmolzen ist. Diese bildet eine längere oder kürzere absteigende Schleife, welche sich um die Seite des Darms biegt und in der Medianlinie des Sternums zwischen den Commissuren des drittletzten und vorletzten Brustknotens in die mediane Sternalarterie übergeht. Dieselbe führt vornehmlich den Ganglien der Bauchkette sowie den Gliedmassen des Mittelleibes Blut zu und verlängert sich nach hinten in die ventrale Abdominalarterie. Nach vorne reicht die Sternalarterie in den bisher näher untersuchten

[1]) Audouin et Milne Edwards l. c. Ann. scienc. nat. 1827, pag. 365, Taf. 24, 29.

Fällen von langschwänzigen und kurzschwänzigen Decapoden, wenn auch überaus verengert, im Gegensatz zu Phyllosoma, bis zum Schlund, ohne dass es bisher gelang, eine gabelige Theilung desselben als Aequivalent des periösophagealen Gefässringes der Isopoden, zu beobachten.

Erst durch die an dem Gefässsystem niederer Zustände, insbesondere der Mysideen- und Decapodenlarven gewonnenen Befunde konnte der eigenthümliche und bisher unverstandene Ursprung der Sternalarterie morphologisch aufgeklärt und sichergestellt werden, dass es sich in der vom Herzen zur Sternalarterie führenden Gefässschlinge um ein umgestaltetes Seitengefäss handelt, welches erst secundär an das hintere Herzende rückte, dann wie bei den ausgebildeten Decapoden mit der hinteren abdominalen Aorta zusammenfiel und schliesslich seinem Ursprung nach auf diese (Brachyuren) verschoben wurde.

Vielleicht bezog die Sternalarterie ursprünglich wie bei den Isopoden durch einen vorderen periösophagealen Gefässring ihr Blut von der vorderen Aorta aus, und erst später gewann die durch Anastomose mit Seitenarterien bedingte Communication mit dem hintern Herzabschnitt eine solche überwiegende Bedeutung, dass die Zufuhr des Blutes von der Aorta aus durch die zur absteigenden Arterie sich umgestaltende Seitenarterie verdrängt wurde.

Für die Richtigkeit dieser Auffassung spricht auch das bei den Stomatopoden bekannt gewordene Verhalten des absteigenden, zur Sternalarterie führenden Gefässes, welches sich thatsächlich als Ramus communicans einer Seitenarterie des Herzens erweist. Diese gehört auch im Vergleiche zu den Decapoden einem viel weiter vorn gelegenen Paare an, so dass die für die Podophthalmengruppe [1]) charakteristische Gefässverbindung morphologisch nicht identisch zu sein braucht. Für die Schizopoden und Decapoden dürfte es allerdings, wie ich oben zeigte, stets dasselbe Gefäss sein, welches die Verbindung mit der Sternalarterie herstellt, obwohl dieselbe nicht überall an der gleichen Stelle zwischen drittletztem und vorletztem Brustganglion zu münden braucht. Leider sind bislang nur wenige Repräsentanten der Brachyuren und Makruren auf das genauere Verhalten des Gefässsystemes untersucht worden.

[1]) Ich meine die Thoracostraken unter Ausschluss der Cumaceen, also die Stomatopoden, Schizopoden und Decapoden.

Ursprünglich dürfte das Sternalgefäss ausschliesslich zur Versorgung der Ganglien des Bauchmarks gedient haben und zu den Gliedmassen des Mittelleibes, welche wahrscheinlich auch in dem Stamme der Thoracostraken wie bei den Arthrostraken ihr Blut zuerst von den noch in grösserer Zahl vorhandenen seitlichen Gefässpaaren empfingen, erst später mit eingetretener Specialisirung auch anderer Versorgungsgebiete, eine nähere Beziehung gewonnen haben.

Die Beobachtungen, welche ich über das Herz und Gefässsystem an jüngeren und älteren Zoëa- sowie an Mysisstadien verschiedener Decapoden gemacht habe, weisen auf mancherlei Modificationen hin. Auch die Zoëen waren, obwohl nach Bau und Körpergestalt eingehend beschrieben, seither auf das Gefässsystem nicht näher untersucht. Kaum dass man die Zahl der Ostienpaare an dem nach Lage und Gestalt im Allgemeinen bekannten Zoëaherzen, sowie die beiden Aorten festgestellt hatte. Mit Ausnahme der Euphausia-[1]) und Penaeuszoëa habe ich überall am Zoëaherzen zwei Paare von Ostien gefunden, welche den dorsalen Spaltöffnungen des ausgebildeten Decapodenherzens entsprechen und schräg, zuweilen fast rechtwinklig zu einander gestellt sind. (Fig. 39, 48, 49, 56.) Das vordere Paar (O. d.), dem vorderen Herzabschnitt angehörig, ist schräg von innen und hinten nach aussen und vorne gerichtet, das zweite Paar (O. l.) hält eine mehr transversale, zu jenem umgekehrte Richtung ein. Später, und zwar noch vor Eintritt der Larve in das Mysis-, beziehungsweise Megalopastadium, wird auch das dritte ventrale Spaltenpaar (O. v.) leicht erkannt. (Fig. 42, 56.) Die Befestigung des Herzens am Integument des Rückenschildes wird durch kernhaltige membranöse Fäden und Netze hergestellt, welche von der Peritonealbekleidung der Herzwand ausgehen und nach dem Integument convergiren. (Fig. 42, 50 S.) Besonders schön ist dieses Verhalten am Herzen der Brachyuren-Zoëa nachweisbar, dessen mittleres Suspensorium in ein Septum des Zoëastachels übergeht, welches den auf- und absteigenden Blutstrom scheidet (Fig. 56, 57). Sowohl in den jugendlichen Zoëen der Makruren, als in den bestachelten Krabbenlarven vermochte ich ausser den beiden Aorten sämmtliche Gefässstämme des Decapodenherzens, sowohl die vordere Seitenarterie (Augenarterie) als die ventralwärts entspringende

[1]) Nach meinen und Fr. Müller's älteren Beobachtungen soll in diesen Fällen nur ein Ostienpaar vorhanden sein und das zweite erst später durchbrechen, Angaben, die meines Dafürhaltens einer Revision bedürfen, zumal sie nicht von bildlicher Darstellung begleitet sind.

Leberarterie und das rechts- oder linksseitig absteigende Gefäss, welches zur Sternalarterie führt, aufzufinden, ein, wie mir scheint, höchst beachtenswerthes Factum, welches uns klarlegt, dass nicht nur Mysideen-, sondern auch Decapodencharaktere in die Zoëaform aufgenommen sind, die nunmehr wohl schwerlich noch als palingenetischer [1]) Formzustand beurtheilt werden dürfte. Merkwürdigerweise ist diese Thatsache schon seit mehreren Decennien für die einfachste und am tiefsten stehende unter allen Zoëen, für die von Dana als Calyptopis beschriebene Larve der Euphausia, und zwar in meiner eigenen Arbeit über die Schizopoden [2]) dargelegt worden, ohne jedoch von irgend welcher Seite beachtet und in dem obigen Sinne verwerthet worden zu sein. Das gleiche Verhältniss wiederholt sich nun auch an allen inzwischen von Neuem untersuchten Zoëaformen der langschwänzigen und kurzschwänzigen Decapoden, welche schon unmittelbar nach dem Ausschlüpfen sämmtliche Gefässstämme des ausgebildeten Thieres und somit auch die die unpaare Anlage der Ganglienkette durchbrechende Seitenarterie besitzen, bevor noch die Anlagen der 6 oder 5 hinteren Thoracalgliedmassen zur Entwicklung gelangt sind.

Von nicht geringerer Bedeutung für diese Auffassung der Zoëa erscheint die Thatsache, dass die Ganglienmasse der Brust schon in der kurzen, äusserlich noch nicht segmentirten, gewissermassen latent gebliebenen Region, welcher noch die Beinpaare fehlen, der Anlage nach bereits vorhanden ist und von der zur Sternalarterie führenden absteigenden Arterie durchsetzt wird. Freilich ist die Ganglienanlage noch überaus kurz und gedrungen und entwickelt sich erst mit Ausbildung der Segmente; immerhin aber handelt es sich um die Anlage der sämmtlichen Brustganglien der scheinbar noch vollständig fehlenden Segmente, wie unzweideutig aus dem Verhalten des absteigenden Gefässes zur Sternalarterie hervorgeht.

An den jungen Garneelzoëen, welche bekanntlich das hintere Paar von Kieferfüssen besitzen und bereits als Spaltfüsse zur Bewegung gebrauchen, dagegen den vorderen Kieferfuss der

[1]) Wie jüngst noch von Balfour, welchem mein früherer Versuch einer Beweisführung nicht ausreichend schien.

[2]) C. Claus: Ueber einige Schizopoden und andere Malacostraken Messinas. Zeitschrift für wissensch. Zoologie. Tom. XIII, 1863, Fig. 47.

Grösse nach reducirt nach vorne geschlagen, den Kiefern angelegt tragen, besitzt die ganz kurze Sternalarterie nur 1 Paar von Seitengefässen, welche mittelst zweier Aeste die beiden hinteren Kieferfusspaare versorgt. (Fig. 20.) Die Einmündung der absteigenden Arterie in die ganz kurze Sternalarterie liegt unmittelbar hinter diesem Gefässpaare. Alsbald aber wird an der sich streckenden Arterie hinter dem vorderen Gefässpaare die Anlage eines zweiten Paares von Seitengefässen bemerkbar, welche durch zwei oder drei der Länge nach aneinander liegende Zellen gebildet wird. Anfangs ist in dem kurzen Zellenstrang noch kein Lumen vorhanden, welches durch Aushöhlung der den Strang zusammensetzenden Zellen entstehen dürfte und mit dem Lumen der anliegenden Arterie in Communication tritt. Die Reste der Zellen persistiren als spindelförmige, schliesslich nur noch den Kern repräsentirende Anschwellungen an der zarten hyalinen Gefässwand. (Fig. 23, 33.) Die weitere Entwicklung des Sternalgefässsystems schreitet mit der Anlage und Ausbildung der fünf Gehfusspaare, dieser im Allgemeinen vorauseilend, rasch vorwärts. Schon bevor das erste Beinpaar, welches als doppelter nach vorne umgeschlagener Schlauch hervorwächst, als neuer den Kieferfüssen folgender Spaltfuss in Function tritt, hat sich das Sternalgefäss bis zum Hinterrande der thoracalen Ganglienmasse verlängert und zwei neue seitliche Zellenstränge für das zweite Beinpaar gebildet. (Fig. 23.) In gleicher Weise weist eine Zelle, beziehungsweise eine Gruppe von Zellen an der gabligen Ausbuchtung des vorderen, die Kieferfüsse versorgenden Seitengefässes auf die mediane Verlängerung der Sternalarterie nach der Kiefergegend hin. (Fig. 33.) Im Allgemeinen erfolgt die Entwicklung der sternalen Gefässe bei den Makrurenlarven, welche ich bisher untersuchen konnte, übereinstimmend, individuelle Variationen ausgenommen, welche überall wiederkehren können.

Am vollständigsten vermochte ich die Reihenfolge der Entwicklungsphasen für die Larven von Crangon[1]) und Virbius zu verfolgen, die mir in allen Uebergangsstadien bis zur jungen Crangon- und Virbiusform vorlagen. Minder vollständig waren die Larvenreihen, welche ich auf eine Hippolyte (H. Cranchii) zu beziehen geneigt bin; vereinzelt kamen Larven nicht näher bestimm-

[1]) Diese Crangonlarve steht der Helgolander Form, welche ich in meiner ersten Abhandlung über Makrurenlarven abgebildet und damals schon vollkommen richtig auf Crangon bezogen hatte, ausserordentlich nahe und gehört mit derselben wahrscheinlich zu der nämlichen Species.

barer Garneelgattungen zur Beobachtung, an denen schon die Anlagen der Scheeren an den beiden vorderen Gehfusspaaren kenntlich waren.

Ich will vorausschicken, dass die Knospen der fünf Gehfusspaare bei den meisten Makrurenlarven — mit Ausnahme des vorderen, früher auftretenden Paares — sich gleichzeitig anlegen, nur sind die hinteren Paare anfangs so klein, dass sie leicht übersehen und erst in späteren Stadien beobachtet werden. Nur das letzte Beinpaar scheint nicht immer gleichzeitig mit den 3 vorausgehenden Paaren als Knospe aufzutreten, dasselbe bleibt einfach und ohne Anlage des Nebenastes, die freilich auch an dem dritten und vierten Beinpaare (Crangon) unterdrückt sein kann, eventuell auch am zweiten Paare wieder verloren geht, so dass die ältesten Larvenformen im Mysisstadium nur am vorderen, beziehungsweise zugleich am zweiten Beinpaare einen Nebenast tragen. Am häufigsten dürfte das Vorkommen eines Nebenastes an den vier vorderen Beinpaaren sein (Virbius), so dass die meisten Makrurenlarven im Mysisstadium ausser dem zweiten und dritten Kieferfusspaar vier Paare jenen gleichgebildeter Spaltfüsse besitzen, auf welche das letzte, einfach gebliebene Beinpaar folgt. Im Zusammenhang mit dem Hervorsprossen der Beine legen sich nun auch die noch fehlenden Paare von Seitengefässen, welche die vier hinteren Beinpaare der Brust zu versorgen haben, frühzeitig, und zwar von vorn nach hinten vorschreitend an dem verlängerten Stamm der Sternalarterie an, bevor die entsprechenden Gliedmassenpaare den Zustand des indifferenten nach vorne umgeschlagenen Schlauches aufgegeben und die gegliederte Form gewonnnen haben. (Fig. 34.) Das erste der vier Gefässpaare entspringt zu den Seiten oder unmittelbar hinter der Einmündungsöffnung des absteigenden Gefässes in die Sternalarterie, die übrigen in kurzem Abstande dicht gedrängt. Die Verlängerung der Sternalarterie des an der Ventralseite der Abdominalganglien herablaufenden Bauchgefässes kommt erst im vorgeschrittenen Alter zu Stande. Dagegen bildet sich die mediane Fortsetzung derselben nach der Kiefergegend mit zwei seitlichen in die Maxillen des zweiten Paares eintretenden Gefässen frühzeitig aus. (Fig. 35, 45.) Ich hielt diese schon an jüngeren Larven bemerkbaren Seitengefässe anfangs für die Arterien des vorderen Maxillarfusses, bis ich mich überzeugen konnte, dass diese Gliedmasse von einem Nebenast des vorderen seitlichen Gefässpaares versorgt wird, aus welchen somit die Gefässe sämmtlicher Maxillarfüsse hervorgehen. (Fig. 35.)

Im Besonderen treten nun aber während der Entwicklung

des sternalen Gefässapparates mancherlei Variationen auf, welche vornehmlich in einer mehr oder minder unsymmetrischen Gestaltung der rechten und linken Seitengefässe beruhen. Sehr oft entspringen die zu einem Paare gehörigen Seitengefässe nicht genau einander gegenüber und das eine höher oder tiefer als das andere (Fig. 33, 45), seltener fällt das Gefäss einer Seite ganz hinweg und wird durch einen Zweig des vorausgehenden oder nachfolgenden Gefässes vertreten. In einzelnen Fällen zweigen sich hinter der Einmündung der absteigenden Arterie auch die Gefässe des drittletzten und vorletzten Beines von dem vorausgehenden Gefässe (Fig. 47) ab. Häufig entspringt die vordere mediane Fortsetzung der Sternalarterie aus der rechten oder linken Kieferfussarterie (Fig. 36). Was die Mündungsstelle des absteigenden Gefässes anbelangt, so scheint dieselbe mit dem fortschreitenden Wachsthum weiter nach hinten zu rücken. In Wahrheit aber ist es nur das Wachsthum der Sternalarterie mit den sich vorschiebenden Insertionen der Seitengefässe, welche diese Täuschung veranlasst. An älteren Larven liegt die Mündungsstelle zwischen den Gefässen des zweiten und dritten Gehfusspaares oder wie auch an dem jugendlichen Crangon unmittelbar zwischen den letzteren; überall aber dürfte das absteigende Gefäss zwischen dem drittletzten und vorletzten Ganglion — beziehungsweise deren Anlagen im Larvenzustand — die Bauchkette durchbrechen.

Andere Variationen sind nicht individuell, sondern generisch und betreffen das Verhalten der Gefässe für Maxillen und Kieferfüsse. Bei manchen Gattungen erhalten die Kieferfüsse des dritten Paares ihre selbstständigen Gefässe (Homarus) oder es können zugleich die hinteren Maxillen durch einen Zweig des vorderen Maxillarfuss-Gefässes versorgt werden (Palinurus). Niemals aber scheinen die Mandibeln von der Sternalarterie aus ihr Blut zu beziehen, vielmehr tritt in dieselben, wie man an jeder beliebigen Makrurenlarve, sowie an jungen Garneelen nachweisen kann, ein Ast (R. md.) der vorderen Seitenarterie ein (Fig. 29, 32, A. lat). Bei dem Vergleich mit dem Gefässsystem der Mysideen fällt das bisher unbekannt gebliebene Vorkommen einer hinteren Seitenarterie (Fig. 32, A. lat. p.) auf, welche man bei vorgeschrittenen Makrurenlarven leicht constatiren kann. Dagegen verhält sich das im sechsten Abdominalsegment von der Aorta aus abtretende, die Fächergliedmassen versorgende Gefäss insoferne von dem der Mysideen verschieden, als dasselbe paarig ist und nicht, wie dort, hakenförmig nach vorne umgebogen, sondern gerad-gestreckt mit freier Oeffnung endet.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich einer in vieler Hinsicht merkwürdigen Larve (Fig. 48—50) Erwähnung thun, welche in jungen und älteren Stadien zur Beobachtung kam, indessen noch nicht auf die zugehörige Gattung zurückgeführt werden konnte. Diese Larve erinnert durch ihren stabförmig gestreckten Leib und den engen stielartig ausgezogenen Vorderkopf an Leucifer, ohne jedoch zu dieser Sergestidengattung nähere Beziehungen zu bieten. Auch von den bekannten Makrurenlarven entfernt sie sich durch den anfänglichen Mangel der hintern Kieferfüsse und nicht weniger durch Form und Bestachelung des Telsons (Fig. 50), welches an das Telson junger Paguridenlarven erinnert. Die jüngsten, mit nur 2 Kieferfusspaaren versehenen Formen (Fig. 58) erreichen bereits eine Länge von $3^1/_2$ Mm., von welchen weit mehr als die Hälfte auf das sehr gestreckte und mit Stachelpaaren bewaffnete Abdomen kommen. Als besonderes Merkmal fällt sogleich die sichelförmige Gestalt der linken einen kräftigen Kaufortsatz besitzenden Mandibel gegenüber der normal gestalteten rechtsseitigen Mandibel, sowie die ganz abnorme in lange Hakenspitzen ausgezogene Form der Paragnathen (Pg) auf. Das Herz ist wie bei den Makrurenzoëen gestaltet, von zwei Spaltenpaaren durchbrochen und bereits im Besitz sämmtlicher Gefässstämme, von denen der absteigende Arterienstamm nach der bereits in kurze Segmente gegliederten Thoracalregion einbiegt und zwischen dem drittletzten und vorletzten Segment die Brustganglienmasse durchsetzt. Die Larven, welche in ihrer weiteren Entwicklung bis zu einer Länge von 8 Mm. verfolgt wurden, bilden ganz allmälig die ziemlich gleichzeitig auftretenden Anlagen der Brustgliedmassen aus, während die Verlängerung des stielförmigen Vorderkopfes unverhältnissmässig zunimmt. Larven von $4^1/_2$ Mm. Länge besitzen bereits das hintere Kieferfusspaar als fungirende Schwimmfüsse, jedoch noch ohne Nebenast, während der vordere Gehfuss als mässig gestreckter functionsloser Schlauch nach vorne umgeschlagen der Brust anliegt und die nachfolgenden Beine noch kurze, knospenförmige Anlagen sind. An dem ausserordentlich verlängerten Abdomen sind bereits Fächergliedmassen gesondert. Sehr auffallend erscheint eine kuglige, übrigens auch bei Paguridenlarven vorhandene Auftreibung zwischen Maxillen und vorderem Kieferfusspaar, in der eine unpaare durch medianen Porus geöffnete Drüse ihre Lage findet (Fig. 49, Dr. p.). Larven von $7^1/_2$ Mm. Länge besitzen nun auch das auf den dritten Kieferfuss folgende Beinpaar als functionsfähigen Schwimmfuss, aber, ebenso wie jenen,

lediglich als Exopodit entwickelt; hinter demselben erhebt sich die nachfolgende Gliedmasse als langer nach vorn gestreckter Schlauch, während die drei hinteren Brustbeine auf kurze, knospenförmige Anlagen beschränkt sind. Pleopoden fehlen mit Ausnahme der mässig grossen Fächergliedmasse gänzlich.

Bedeutende Abweichungen von dem Verhalten der Makruren zeigen die sternalen Gefässe der Paguriden und Porcellanen, mit welchen wohl auch die nahe verwandten Galatheiden übereinstimmen dürften. Die jüngsten Larven von Pagurus, von denen mir zwei verschiedene Formen bekannt geworden sind, besitzen an ihrer kurzen Sternalarterie zwei gemeinsam entspringende Gefässpaare für die als Spaltfüsse fungirenden Kieferfüsse des ersten und zweiten Paares (Fig. 53). Zu den Seiten der Einmündung des absteigenden Gefässes finden sich nach rechts und links Anlagen zu einem neuen Gefässpaare, welches zu dem dritten, noch rudimentären und umgeschlagenen Kieferfusse gehört und mit der nächsten Häutung ein Lumen gewinnt. Während mit dem fortschreitenden Wachsthum die 5 Beinpaare hervorsprossen, verlängert sich die Sternalarterie über die Mündungsstelle hinaus nach hinten und bildet die noch fehlenden Seitengefässe in dichtgedrängter Folge. An Larven mit 3 fungirenden Kieferfusspaaren und in der Sonderung begriffenen Fächergliedmassen, aber noch ohne Pleopodensprossen, beobachtet man bereits drei bis vier Paare von Seitengefässen für die entsprechenden Gehfüsse (Fig. 54), sowie einen von der vorderen Kieferfussarterie zur zweiten Maxille abgehenden Gefässast (Fig. 55). Die Abweichung des sternalen Gefässapparates bei Pagurus beruht demnach vornehmlich auf dem Verhalten der die 2 vorderen Kieferfusspaare versorgenden Arterien, welche selbstständig an dem medianen Stamme entspringen und nicht, wie bei den meisten Makruren, als gablig auseinanderweichende Aeste eines einzigen Gefässpaares auftreten. In den älteren Stadien dürften die Mündungsstellen des absteigenden Gefässes im Verhältniss zu dem Ursprung der seitlichen Arterienpaare weiter rückwärts verlegt erscheinen. Im Mysisstadium verschiedener Makruren und auch Paguriden konnte ich mich von dem Durchtritt des zuführenden Gefässes zwischen dem vorletzten und drittletzten Brustganglion überzeugen. Ob für das dorsalwärts inserirte hintere Beinpaar ein besonderes Gefässpaar gebildet wird, scheint mir fraglich.

In der Gestaltung der vorderen Gefässpaare der Sternalarterie verhält sich die Thalassinidengattung Gebia den Pagu-

riden ähnlich. Die Larven von Gebia littoralis verlassen die Eihüllen bereits mit den Anlagen sämmtlicher Thoracalbeine — das letzte Paar ausgenommen. Trotz dieser bedeutend abgekürzten Metamorphose sind dieselben schmächtige Zoëen mit kurzem, gedrungenen Cephalothorax und nur zwei fungirenden Spaltfusspaaren, welche dem ersten und zweiten Kieferfusse entsprechen. Das dritte Kieferfusspaar besitzt zwar schon einen ansehnlichen Exopoditen, derselbe trägt jedoch noch keine Borsten und ist wie die vier nachfolgenden Gliedmassenanlagen ventralwärts eingeschlagen. Es gibt somit auch Makrurenlarven, welche sich in der unvollkommenen Ausbildung des dritten Kieferfusspaares den Zoëen der Anomuren anschliessen, mit denen auch Form und Borstenbesatz des Telsons übereinstimmt. Die zwei vorderen Gehfusspaare sind von ansehnlicher Grösse, das dritte und vierte Paar dagegen noch stummelförmig, freilich schon zweiästig.

Mit der nächsten Häutung gewinnt die Larve das Aussehen einer Mysisform mit Schwimmfussästen an nur 5 Paaren von Brustfüssen, den drei Kieferfusspaaren und den zwei vorderen schon mit ansehnlichen, wenn auch nicht gegliederten Endopoditen versehenen späteren Gehfusspaaren (Fig. 52). Die 3 nachfolgenden Beinanlagen sind verhältnissmässig noch wenig entwickelt, Pleopodenstummel fehlen noch gänzlich, das noch einfache Telson hat jedoch einen kleinen medianen Stachel und zu dessen Seiten je ein mediales Borstenpaar gewonnen. In diesem Stadium besitzt die Gebialarve bereits ein complicirt gestaltetes System von Gefässen der Sternalarterie, welche sich durch die bedeutende Weite ihres vorderen Abschnittes auszeichnet (Fig. 51). Die drei Gefässpaare der Maxillarfüsse entspringen wie bei Pagurus gesondert, die Gefässe der zwei hinteren Beinpaare sind erst in der Anlage begriffen.

Von der zu den Brachyuren hinführenden Gattung Porcellana habe ich ebenfalls jüngere und ältere Larven vergleichen können. Bei denselben mündet die absteigende Arterie hinter einem grossen verästelten Gefässpaare in die Sternalarterie ein (Fig. 56). Die Aeste dieses Gefässpaares versorgen die Kieferfüsse des ersten und zweiten Paares nebst den zweiten Maxillen, während ein neu angelegtes hinteres Gefässpaar dem noch rudimentären dritten Kieferfusse Blut zuführt (R. mxp.). Auch für die vordere Maxille geht ein Gefässpaar am vorderen Ende der Sternalarterie ab. An älteren Larven mit knospenförmigen Anlagen der Gehfüsse ist

das Gefäss des dritten Maxillarfusses stärker entwickelt, und in einem noch weiter vorgeschrittenen Zustande, wenn bereits der Schwimmfuss des dritten Kieferfusses in Function getreten ist und die mit Kiemenanlagen besetzten Gehfüsse am Schalenrand frei hervorstehen, gibt dieses hintere Gefässpaar Aeste zu den entsprechenden Beinpaaren ab, ohne dass an der Sternalarterie neue Seitengefässe gebildet worden wären (Fig. 57).

Wir treffen demnach am Sternalgefässe von Porcellana, abgesehen von den Maxillargefässen am Vorderende, zwei mächtige Arterienpaare an, von denen das eine unmittelbar vor der Einmündung des absteigenden Gefässes entspringt, und die vorderen Kieferfusspaaren versorgt, das zweite beträchtlich weiter hinten austritt und zu den hinteren Kieferfüssen und zu den Gehfüssen Zweige entsendet. Die hintere Fortsetzung der Sternalarterie läuft als sehr enges Gefässrudiment bis zum Ende der Ganglienmasse.

Die bestachelten Zoëalarven der Brachyuren erscheinen zur Feststellung der Besonderheiten des Sternalgefässes minder günstig, weil sie wegen ihres langen, gekrümmten Rückenstachels im lebenden Zustande nicht gut in die Rückenlage zu bringen sind. Um so geeigneter erweisen sie sich in seitlicher Lage zur Untersuchung des Herzens und der von demselben abgehenden Arterien, die, wie Figur 58 zur Anschauung bringt, bereits in jüngeren Stadien mit noch gliedmassenlosem Abdomen vollzählig sind.

Das bereits oben kurz beschriebene Herz enthält im Innern einige Züge musculöser Fäden und Trabekeln, scheint aber noch des ventralen Ostienpaares zu entbehren, welches in älteren Zoëastadien leicht nachweisbar ist (Fig. 59). Stets findet sich oberhalb des Austritts der Leberarterien an der Ventralwand des Herzens eine ganglienähnliche Anlagerung, welche vielleicht einem Complex sympathischer Ganglienzellen entspricht.

Im Zustand der Megalopa sind die Brachyurenlarven zur Untersuchung der Sternalarterie weit geeigneter. Die absteigende Arterie durchbricht die concentrirte Ganglienmasse in dem Segmente des zweiten Gehfusspaares, welches ein Seitengefäss von der Sternalarterie empfängt; hinter diesem folgt jedoch in dem von mir beobachteten Falle nur ein Paar von Seitengefässen, welche zum dritten Beinpaar hinziehen und wahrscheinlich durch Seitenäste die beiden hinteren Beinpaare mit versorgen. Ebenso wie in das zweite Beinpaar treten auch in das erste Scheeren tragende Bein, sowie in den dritten Kieferfuss Seitengefässe aus der Sternalarterie ein, während die vorausgehenden beiden Kieferfüsse und vielleicht auch

die hintern Maxillen durch Aeste eines starken gemeinschaftlichen Gefässes versorgt werden. (Fig. 60.)

Die auffallenden Abweichungen, welche Herz und Gefässsystem der gewöhnlich als Thorakostraken zusammengefassten, übrigens sehr ungleichwerthigen Malakostraken-Gruppen, wie Stomatopoden, Schizopoden und Decapoden zeigen, weisen auf bedeutende Veränderungen, auf Reductionen der Herzabschnitte und Arterienpaare hin, welche die Vorfahren dieser Crustaceen durchlaufen haben. Die meisten auf ursprüngliche Verhältnisse hinweisenden Eigenthümlichkeiten haben die Stomatopoden aufzuweisen: Als solche erscheinen die bedeutende Länge eines vielkammerigen gefässartigen Herzens, die grosse Ostienzahl, das relativ gleichmässige Verhalten der zahlreichen vom Herzen ausgehenden Arterienpaare, die Versorgung der Gliedmassenpaare auch des Mittelleibes von den dorsalen Gefässpaaren aus, die fast ausschliessliche Beziehung der Sternalarterie zur Ernährung des Nervensystems, endlich das Verhalten des Verbindungsgefässes mit dem Herzen. Auch hier tritt bereits eine einseitige Anastomose der Sternalarterie mit einem vordern dorsalen Gefässpaare auf, dessen Ursprung dem erweiterten als Herz bezeichneten Abschnitte des Rückengefässes angehört und rechts und links symmetrisch ist. Wenn dieser Gefässbogen, welcher bei den Squilliden zwischen den Ganglien des ersten und zweiten Maxillarfusses in die Sternalarterie mündet, auch nicht aus der Dorsalarterie desselben Segmentes[1]), wie bei den Schizopoden und Decapoden hervorgegangen, so ist es doch morphologisch dasselbe Element und wohl geeignet, die übrigens auch durch das Verhalten der entsprechenden Bogenschlinge am Gefässsystem der Schizopoden bekräftigte Richtigkeit meiner dargelegten Auffassung zu unterstützen. Im Gefässsystem der Mysideen besteht bereits eine grosse Uebereinstimmung mit dem der Decapoden, was bei der nahen Verwandtschaft beider Gruppen und der Schizopoden-Aehnlichkeit vieler Makrurenlarven nicht auffallen kann; indessen ist das langgestreckte Herz der ersteren nicht auf die Somiten der drei vorderen Gehfusspaare beschränkt, und statt eines Paares von Leberarterien mit 2 oder 3 an der ventralen Herzwand entspringenden, unpaaren Arterien versehen, die möglicherweise in anderen bislang nicht näher untersuchten Schizopodengruppen paarig sind.

[1]) In diesem Sinne ist die früher von mir gegebene Beurtheilung zu modificiren. (Kreislauforgane und Blutbewegung der Stomatopoden.)

Auch zur Beurtheilung einer anderen, zur Zeit noch unentschiedenen Frage dürften die aus der Untersuchung der Schizopoden und älteren Decapodenlarven gewonnenen Ergebnisse einige Anhaltspunkte bieten, zu der Frage, ob der Kreislauf der Decapoden ein vollkommen geschlossener sei. Bekanntlich war dieselbe in der älteren fundamentalen Abhandlung von Audouin[1]) und Milne Edwards im bejahenden Sinne beantwortet, indem das Blut aus den Arterien in Venen und schliesslich durch die Kiemenvenen jederseits mittelst einer Hauptöffnung in das Herz zurückgeführt werden sollte. Nun führten später Lund[2]) und Schultz den Nachweis, dass die Herzwand von 3 Spaltenpaaren durchbrochen sei und dass das Blut durch den bisher unbeachtet gebliebenen Pericardialsinus in das Herz zurückströme, bestritten aber gleichzeitig das Vorhandensein von Kiemenvenen und venösen Gefässen, an deren Stelle sie das ausschliessliche Vorkommen von Blutlacunen behaupteten. A. Krohn[3]), welcher die Ostien am Herzen des Flusskrebses bestätigen konnte, restituirte dann die canaux branchio-cardiaques der französischen Autoren als Kiemenvenen, die er in den Pericardialsinus als den Vorhof einmünden liess, konnte sich jedoch von einem ausgeprägten Venensysteme nicht überzeugen. Der durch A. Krohn vertretenen Auffassung schloss sich später Milne Edwards[4]) im Allgemeinen an und betrachtete die rückströmenden Blutbahnen unter Ausschluss der grossen selbstständig begrenzten zuführenden und abführenden Kiemengefässe als lacunäre, theils durch engere, miteinander zusammenhängende Lücken der Leibeshöhle, theils durch weite Räume oder Blutsinus hergestellt. Als solche unterschied er neben dem durch ein horizontales Querseptum von der Perivisceralhöhle abgegrenzten Pericardialsinus, grosse paarige Blutsinus im Abdomen und die seitlichen Sinus des Thorax oder Kiemensinus, zu dem wohl nach meinen Beobachtungen an Phyllosoma zu schliessen, auch noch ein den Darm umgebender, dem Interseptalsinus der Phronimiden entsprechender Mediansinus hinzukommen dürfte.

[1]) Audouin und Milne Edwards l. c. Ann. scienc. nat. Tom. XI, 1827.

[2]) Lund und Schultz: Fortgesetzte Untersuchungen über das System des Kreislaufes bei den Crustaceen. Isis 1830.

[3]) A. Krohn: Ueber das Gefässsystem des Flusskrebses. Isis 1834.

[4]) Milne Edwards: Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux. Tom. III, 1859, pag. 191; Histoire naturelle des Crustacées. Tom. I, pag. 101, 1834.

Diese von Milne Edwards vertretene Auffassung wurde von nun an die herrschende und auch in v. Siebold's[1]) Lehrbuch der vergleichenden Anatomie mit vollem Rechte aufgenommen. Soviel mir bekannt, hat sich seither nur ein Autor in entgegengesetzter Weise vernehmen lassen und ist sowohl für das Vorhandensein eines sehr ausgebildeten Venensystems als eines vollkommen geschlossenen Kreislaufes bei den Decapoden sehr entschieden eingetreten. In seiner mit Recht hochgestellten Abhandlung über die Gewebe des Flusskrebses bemerkt E. Haekel[2]) gegenüber der Milne Edwards'schen Auffassung: „Indessen ist ein so unvollkommener lacunaler Kreislauf, wenn er auch bei anderen Krustern Geltung hat, bei den Decapoden sicher nicht vorhanden, bei diesen ist er vielmehr ebenso geschlossen wie bei den Wirbelthieren. Nur sehr wenige Autoren vertreten noch diese richtige, ältere Ansicht, wie Johannes Müller, der schon seit vielen Jahren das vollkommen geschlossene Gefässsystem der Decapoden in seinen Vorlesungen beschreibt und durch schöne Injectionspräparate erläutert. Da es mir bei näherer Verfolgung desselben gelang, auch die bisher übersehenen Capillaren und Venenwände nachzuweisen, so sind nunmehr wohl alle bisher noch über den vollkommen geschlossenen Kreislauf der Decapoden gehegten Zweifel als behoben anzusehen." Ob Haeckel's Meinung vom geschlossenen Gefässsystem seither Anhänger gefunden hat, ist mir nicht näher bekannt geworden; auf mich selbst hat die Begründung keinen überzeugenden Eindruck machen können, da ich in ihr die Beweisführung vermisse. Dass das Arteriensystem mit seinen sehr ausgeprägten Verästelungen sich in überaus feine als Capillarnetze zu deutende Netze auflöst, ist auch den älteren Forschern kaum unbekannt geblieben, besagt aber nichts, da der Nachweis fehlt, dass diese Capillarnetze überall, wo sie auftreten, in Anfänge von Venen übergehen, dass also feine Lacunen der Leibeshöhle nirgends zu finden sind. Der Befund einer selbstständigen Wandung an zurückführenden Blutbahnen wie sie E. Haeckel als Venenwand beschrieben und abgebildet hat, besitzt ebenso wenig Beweiskraft, da ein Zustand im Processe der weiteren Entwickelung angetroffen wird, der mir auch schon an den rückführenden Blutbehältern der Arthrostraken be-

[1]) v. Siebold: Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere. Berlin 1848, pag. 457.

[2]) E. Haeckel: Archiv für Anatomie und Physiologie. 1857, pag. 556.

kannt geworden ist; die durch Septen vorbereitete Scheidung ist an sehr vielen Stellen eine vollständigere geworden und hat zur Entstehung gefässartiger Canäle geführt, wie als solche ja auch bereits von Milne Edwards die zu- und abführenden Kiemengänge als Blutgefässe betrachtet wurden. Dass nun auch noch an vielen anderen Stellen ähnliche und bei weitem engere und selbst verzweigte Gänge mit bindegewebiger Peritonealwand bestehen, soll nicht bezweifelt werden, ist aber nach keiner Seite hin für die Auffassung eines vollständig geschlossenen Kreislaufes entscheidend, zumal weder Anfang noch Ende dieser aus selbstständig umkleideten Räumen der Leibeshöhle entstandenen Blutcanäle zu Gunsten derselben sprechen.

Das Vorhandensein von Capillarnetzen am Ende des Arteriensystems ist, wie wir an hochentwickelten Larven der Stomatopoden und Decapoden (Phyllosoma) gesehen haben, noch kein Zeugniss für die Existenz feiner Venen, da hier die aus den Oeffnungen der Netze hervorkommenden Blutmengen in die lacunären Blutbahnen führen. Wenn wir dieses Verhältniss aber in so vorgeschrittenen Formen wie bei Alima, Erichthus und Phyllosoma beobachten, die mit der nächsten Häutung in den Formzustand der wenn auch noch winzig kleinen Stomatopoden und Decapoden eintreten, so trifft dasselbe gewiss auch für die nachfolgenden Stadien zu, in denen sich zunächst an den stärkeren Blutbahnen eine selbstständige Bekleidung entwickeln wird. Das Ende der stärksten Bahnen ist aber in allen Fällen der Pericardialsinus, also ein grosser Blutraum der Leibeshöhle, von dem aus das Blut erst in die Spaltöffnungen einströmt. Diesen Sinus als Vorhof auszugeben und auf solche Weise den Leibesraum oder einen Theil desselben als einen in das Gefässsystem eingeschobenen Blutbehälter auszuschliessen, scheint mir auf dem Gebiete der Arthropoden unzulässig. Selbst wenn in zahlreichen Organen, was bislang nicht geschehen, der Zusammenhang der aus den Arterien hervorgehenden Capillarnetze mit einem complicirten Venensystem nachzuweisen wäre, würden die Ostien der Herzwand und der mit Blut sich füllende Pericardialsinus ausreichen, um die Ansicht von dem „vollkommen geschlossenen" Gefässsystem der Decapoden wie überhaupt irgend welcher Arthropoden (Scorpioniden) zurückzuweisen.

Noch ein anderer Punkt bedarf einer kurzen Berichtigung. Milne Edwards[1]) und im Anschlusse an ihn auch noch andere

[1]) M. Edwards: Leçons sur la physiologie etc. Tom. IV, 1859, pag. 195.

Forscher führen die ganze Blutmenge, welche durch den Pericardialsinus in das Herz gelangt, auf das arterielle Kiemenblut zurück. Man hat daher wohl auch das Decapodenherz dem Molluskenherzen entsprechend geradezu als ein arterielles bezeichnet. Indessen trifft dieser Vergleich nicht zu. Man hat eben merkwürdigerweise das Schalenblut unbeachtet gelassen, welches wie bei Phyllosoma, durch die zahlreichen Aeste und Verzweigungen der vorderen Seitenarterien in die Schalenduplicatur gelangt und aus der Schale wieder zum Herzen zurückströmen muss. Wenn daher Huxley[1]) meint, dass den am Ende der Systole vergrösserten Raum zwischen den Wandungen des Herzens und denen des Pericardialiums das aus den Kiemen kommende Blut einnehme „und vielleicht etwas Blut, das die Kiemen nicht durchströmt hat, — doch ist dies zweifelhaft —" so tritt er zwar dem wahren Sachverhalt, wenn auch nur unter dem Zugeständniss der Möglichkeit, näher, ohne jedoch die auf der Hand liegende Begründung zu erkennen. In Wahrheit aber führt die Schale, deren Duplicaturen Nebenräume des Leibes umfassen, welche mit jener in weiter Communication stehen, eine sehr reiche Blutmenge, die möglicherweise auch noch wie bei den Phyllosomen und ganz entsprechend, wie in der gleichwerthigen Phyllopodenschale[2]) durch aufsteigende Seitenströme der Kiefergegend verstärkt wird. Diese aber fliessen gewiss nicht erst in die seitlichen Kiemensinus herab, um erst die Kiemen zu durchsetzen, sondern treten, wie bei Phyllosoma leicht nachweisbar, direct vom Rücken aus in den Pericardialsinus ein.

[1]) T. H. Huxley: Der Krebs, eine Einleitung in das Studium der Zoologie. Leipzig 1881, pag. 63.

[2]) Dass die Schale der Malacostraken der Schalenduplicatur der Phyllopoden gleichwerthig ist und beide auf hintere und seitliche Falten, welche das Integument in der Kiefergegend gebildet, zurückzuführen, habe ich bereits vor nahezu einem Decennium nachgewiesen und wiederholt erörtert. C. Claus: Crustaceensystem. Wien 1876, pag. 6, 23, 53.

Literaturverzeichniss.

Audouin et M. Edwards: Recherches anatomiques et physiologiques sur la circulation dans les Crustacés. Ann. sciences nat. I. Série. Tom. XI. 1827.

Beneden P. J. van: Recherches sur la faune littorale de Belgique. Crustacés, 1861.

Claus C.: Ueber einige Schizopoden etc. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Tom. XIII. 1863.

— Untersuchungen zur Erforschung der genealogischen Grundlage des Crustaceensystems. Wien 1876, pag. 19—23.

— Ueber Herz und Gefässsystem der Hyperiden. Zool. Anzeiger. Tom. I, Nr. 12.

— Der Organismus der Phronimiden. Arbeiten des zool. vergl. anatom. Instituts etc. Wien, Tom. II, 1879.

— Die Kreislaufsorgane und Blutbewegung der Stomatopoden. Arbeiten des zool. vergl. anatom. Instituts etc. Wien, Tom. IV, 1883.

Delage Yves: Contribution à l'étude de l'appareil circulatoire des Crustacés Édriophthalmes marins. Archiv. de Zoologie. Tom IX. Paris 1881.

Frey und Leuckart: Beitrag zur Kenntniss wirbelloser Thiere etc. Braunschweig 1847.

Gegenbaur C.: Mittheilungen über die Organisation von Phyllosoma und Sapphirina. Müller's Archiv 1858.

Haeckel E.: Archiv für Anatomie und Physiologie. 1857, pag. 556.

Kowalevsky A.: Russische Abhandlung über Idothea entomon. St. Petersburg. 1864.

Krohn A.: Ueber das Gefässsystem des Flusskrebses. Isis 1834.

Lund und Schultz: Fortgesetzte Untersuchungen über das System des Kreislaufes bei den Crustaceen. Isis 1830.

Milne Edwards: Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux. Tom. III, 1859, pag. 191.

— Histoire naturelle des Crustacés. Tom. I, pag. 101, 1834.

Sars G. O.: Histoire naturelle des Crustacés d'eau douce de Norvège. Christiania. 1867.

— Nye Bidrag til kundskaben om Middelhavets Invertebratfauna. Christiania 1876.

Siebold v.: Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere. Berlin 1848, pag. 457.

Thompson: Zoological researches. vol. I, 1828.

Wagner N.: Recherches sur le système circulatoire et les organes de la respiration chez le Porcellion élargie. Ann. sciences nat. 5. Série. Tom. IV. 1865.

Erklärung der Abbildungen.

Bedeutung der Buchstaben.

A. Erste Antenne (Sinnes-Antenne).
A^2. Zweite (äussere Antenne).
Aa^1. Arterie der ersten Antenne.
Aa^2 Arterie der zweiten Antenne.
Ao. c. Kopfaorta, Aorta cephalica.
A. oph. Arteria ophthalmica.
ADr. Antennendrüse.
A. h. Leberarterie.
A. lat. Vordere Seitenarterie.
A. lat. p. Hintere Seitenarterie.
A. d. Arteria descendens.
Ao. p. Hintere Aorta.
A. $t.^1$, A. $t.^2$ Erste, zweite Schalenarterie.
A. t. p. Hintere Schalenarterie.
A. abd. Abdominale Arterie.
A. p. Beinarterie.
A. st. Sternalarterie.
A. c. Cerebralarterie.
Br. Branchialanhang.
Co. Nervencommissur.
D. Darmcanal.
Ep. Epipodit (Flagellum).
Fl. Flagellum (Epipodit).
G. Ganglien.
H. Leber.
H. a. Vorderer Leberschlauch.
H. p. Hinterer Leberschlauch.
LC. Längscommissur.
M. Muskel.
Md. Mandibel.
Mx^1. Vordere Maxille.
Mx^2. Zweite Maxille.
Mxp^1., Mxp^2., Mxp^3. Die drei Maxillarfusspaare.
N. Nerv.
O. Auge.
Oe. Oeffnung.
O. d. Dorsales Ostium.
O. l. Seitliches oder hinteres Ostium der Rückenseite.
O. v. Ventrales Ostium.
P^1. bis P^5. Die 5 Gehfusspaare.
Plp. Pleopoden.
R. e. Exopodit.
R. i. Endopodit.
R. md. Gefässast der Mandibel.
R. mx^1. Gefässast der zweiten Maxille.
R. mxp^1, R mxp^2, R mxp^3 Gefässäste der Kieferfüsse.
R. p^1, R p^2 Gefässäste der Gehfüsse.

Taf. I.

Fig. 1. Siriella Clausii. Cephalothorax in seitlicher Ansicht. H. ven. Ventraler, H. dor. Dorsaler Leberschlauch. HOe. Einmündung der Leber in den Darm (D). T. Hoden mit dem Vas deferens. S^3. drittes, S^7. siebentes, S^8. achtes Brustsegment. R^1., R^2., R^3. die drei Aeste der absteigenden Arterie. Av. Viscerale Arterien.

Fig. 2. Herz von Mysis bahirensis. Dasselbe reicht nur bis zum Anfang des 7. Brustsegments. Man sieht die Erhebungen der seitlichen Brustwand, in denen das Blut nach dem Herzen zurückströmt.

Fig. 3. Herz von Siriella Clausii nebst dem Vorderstück der abdominalen Aorta und deren Seitenarterie, vom Rücken aus betrachtet. Rl. Av^1., Av^2., Av^3. Ursprungsöffnungen der drei Visceralarterien. — SD. Contour der Schale. AbS^1. Erstes Abdominalsegment. Die Pfeile zeigen die Richtung der rückführenden venösen Ströme an.

Fig 4. Die Sternalarterien mit den 3 Einmündungen der drei Gefässäste der absteigenden Arterie. Die capillaren Gefässschlingen (C^5) der Ganglien sind nur in wenigen Segmenten dargestellt. A. mx. Maxillararterie. A. $p.^1$ . . . A. $p.\ s^5$. Arterien der Brustbeine.

Fig. 5. Ende der hinteren Aorta mit dem in die Schwanzplatte eintretenden engen Fermialast (A. caud.) und dem weiteren ventralwärts absteigenden Ast, welcher sich im letzten Abdominalsegment (Oe) öffnet. D. Darm.

Fig. 6. Endstück einer seitlichen Arterie der abdominalen Aorta mit den terminalen Oeffnungen der Seitenäste.

Taf. II.

Fig. 7. Auge von Pseudosiriella frontalis mit den Aesten und capillaren Verzweigungen der Augenarterie. NO Opticus. IMl Inneres Marklager. AeMl Aeusseres Marklager. V. S. Venöser Sinus.

Fig. 8. Oberes Stück vom Cephalothorax einer Siriella bei tiefer Einstellung, um das Verhalten der Aorta und die Verästelungen der vorderen Seitenarterie am Darm und an den Leberschläuchen zu sehen. Ds Drüsenschlauch zur Seite des Vormagens (VM). Mtr. Triangulärer Muskel. Mr^1., Mr^2. Die beiden Retractoren des Vormagens.

Fig. 9. Vorderer Leberschlauch mit den Gefässverzweigungen an seiner Wand.

Fig. 10. Cephalothorax von Siriella Clausii bei oberflächlicher Einstellung. Man sieht die Auftreibungen der thoracalen Seitenwand in dem 2. bis 6. Brustsegmente, in denen das Blut nach dem Pericardialsinus zurückströmt. S. Oe. Sinus-Oeffnung zwischen den Kiefermuskeln, aus der das rückströmende Blut in die Schale eintritt. Fl. Schwingender Anhang (Epipodit) des ersten Beinpaares zur Regulirung des Athemstromes unter der Schalenduplicatur. PS. Pericardialsinus. Die Pfeile bezeichnen die Richtung der venösen Ströme.

Fig. 11. Herz von Euphausia in seitlicher Lage. (Zeichnung aus dem Jahre 1862.)

Taf. III.

Fig 12. Dorsale Ansicht einer Palinurus-Phyllosoma mit dem Herzen (C) und den arteriellen Gefässen. O. Augenstiel. A^2. Zweite Antenne. P^1. bis P^5. Die 5 zu Gehfüssen sich umgestaltenden Beinpaare.

Fig. 13. Ventrale Ansicht derselben. Man sieht das ventrale Ostienpaar des Herzens. Mx^2. Zweite Maxille. $Mxp.^1$, $Mxp^2.$, $Mxp.^3$ Die 3 Maxillarfüsse. Plp. Pleopoden. Die Pfeile bezeichnen die Richtung der venösen Blutströme.

Taf. IV.

Fig. 14. Dorsale Ansicht des Gehirns und seiner arteriellen Gefässschlingen. LC. Längscommissuren des Hirnstammes. Oe. Oeffnungen von Arterien an der Oberfläche des Gehirns. O^1. Unpaares Auge.

Fig. 15. Ventrale Ansicht desselben. Die Pfeile bedeuten die Richtung der venösen Blutströme.

Fig. 16. Ein Pleopod mit seiner Arterie und deren Oeffnungen.

Taf. V.

Fig. 17. Die zwei letzten Ganglien der Brustmasse von der Ventralseite dargestellt mit ihren Gefässschlingen Oe. A. d. Die Einmündung der Arteria descendens in die Sternalarterie (A. st.) zwischen den Commissuren des vorletzten und drittletzten Ganglions. Hinter dem letzten Arterienpaare, welches die hinteren Brustbeine versorgt, folgt die abdominale Arterie als Fortsetzung der Sternalarterie.

Fig. 18. Das Herz mit den austretenden Arterien vom Rücken aus unter starker Vergrösserung dargestellt. Hr. Hinterrand der Schalenduplicatur. Sp. Suspensorien des Herzens im Pericardialsinus. Man sieht den Ursprung der beiden Leberarterien (A. h.) an der Ventralwand des Herzens. A. t. p. Hintere Schalenarterie.

Fig. 19. Die Umgebung des Magens mit den Lebergängen (H.) und den beiden accessorischen Leberlappen (H. a. und H. p.), welche die Leberarterie (A. h.) versorgt; stark vergrössert.

Taf. VI.

Fig. 20. Zoëalarve von Virbius im Stadium mit noch einfacher Schwanzflosse. Das erste Beinpaar als Doppelknospe angelegt. Der Aussenast der zweiten Antenne (A^2), die spätere Schuppe, noch gegliedert. G. M. Ganglienmasse der Brust. G^1. G^2. Die Ganglien des ersten und zweiten Abdominalsegments. An der Sternalarterie ist nur ein Paar von Seitengefässen entwickelt, welches das 2. und 3. Paar Kieferfüsse versorgt.

Fig. 21. Die Schwanzflossen desselben mit den Seitenborsten (S. b.) und 7 Terminalborsten (T. b.) jederseits. Tb^7. Siebente Terminalborste.

Fig. 22. Stirntheil der Larve mit Schnabel und Augen, von der Rückenseite gesehen.

Fig. 23. Sternalarterie einer weiter vorgeschrittenen Larve einer verwandten Makrurengattung; die Arterie des ersten noch umgeschlagenen Beinpaares (P^1.) ist vorhanden und eine zweite nachfolgende in der Anlage begriffen.

Fig. 24. Schwanzflosse derselben Larve mit gesondertem 6. Pleopodenpaar und knospenförmigen Anlagen sämmtlicher Beinpaare der Brust.

Fig. 25. Aelteres Stadium derselben Larve. Das erste Beinpaar fungirt bereits als Spaltfuss mit wohlentwickeltem viergliedrigen Endopodit und langem Schwimmfussast (Exopodit). Die übrigen Beinpaare nach vorne umgeschlagen und mit Ausnahme des fünften zweiästig. An der verlängerten Sternalarterie sind weitere 3 bis 4 Paare von Gefässen für die entsprechenden Beinpaare vorhanden.

Fig. 26. Schwanzflosse dieser Larve. Die beiden seitlichen Terminalborsten sind im Schwunde begriffen, die Seitenborste am Rande wohl entwickelt.

Fig. 27. Sternalarterie mit sämmtlichen Seitengefässen und dem Anfang der Abdominalarterie. Die Einmündungsstelle der absteigenden Arterie scheint in die Gegend des drittletzten Beingefässes gerückt. Tb^5 Fünfte Terminalborste.

Ausser den Kieferfüssen fungiren die drei vorderen Beinpaare als Spaltäste, das vorletzte Bein mit nicht fungirendem Nebenast, das letzte einfach, lang.

Fig. 28. Schwanzplatte dieses Stadiums.

Fig. 29. Zweites Beinpaar des jungen Virbius mit dreigliedrigem Antibrachium, aber noch mit Rudiment des Geisselastes, welches auch noch am vorausgehenden Beine nachweisbar, am dritten und vierten aber geschwunden ist.

Fig 30. Herz und Gefässe einer Larve im Stadium der Fig. 27 in seitlicher Lage. A. md. Mandibulararterie

Taf. VII.

Fig. 31. Abdomen einer Crangonlarve mit bereits gesonderten Fächergliedmassen. Sb^7. Siebente Terminalborste. Sb. Seitenborste.

Fig. 32. Vorderleib einer etwas älteren Crangonlarve vom Rücken aus gesehen. MI. Muskelinsertion medialwärts von den dorsalen Leberschläuchen. R. Rostrum. R. md. Mandibulargefäss als Ast der vorderen Seitenarterie. A. lat. p. Hintere Seitenarterie.

Fig. 33. Sternalgefässe einer jungen Crangonlarve ohne Fächergliedmassen mit als Spaltfuss fungirendem ersten Gehfuss (P^1), welcher bereits sein Gefäss erhält. P^2. knospenförmige Anlage des zweiten Gehfusses. R. mxp. das vordere Seitengefäss der Sternalarterie, welches die Kieferfüsse versorgt. GM. Ganglienmasse der Brust. G^1. Ganglion des ersten Abdominalsegments.

Fig. 34. Dieselben einer älteren Larve mit gesonderten Fächergliedmassen. Die Anlagen der drei hinteren Brustbeine, welche einfache Schläuche (ohne Nebenast) bleiben, sind vorhanden. Auch die Pleopoden erheben sich als einfache Knospen.

Fig. 35. Fächergliedmasse einer etwas älteren Larve.

Fig. 36. Sternalgefäss nebst Seitengefässen desselben.

Fig. 37. Sternalgefässe einer weiter vorgeschrittenen Larve (vor dem Mysisstadium), deren zwei vordere Gehfusspaare mit Schwimmfussast als Spaltfüsse fungiren und in der Bildung des Endopodits schon den Charakter von Crangon erkennen lassen. Die drei hinteren Beinpaare sind bereits gegliedert, aber noch nach vorne umgeschlagen und entbehren des Nebenastes. Die Pleopoden zweigliedrig, von ansehnlicher Länge.

Fig. 38. Sternalgefässe eines jungen Crangon nach Abstreifung der Larvenhaut.

Fig. 39. Schnabel derselben Form.

Fig. 40. Die Scheerenhand des ersten Gehfusses.

Fig. 41. Borstenbesatz am Terminalstück des Telsons.

Taf. VIII.

Fig. 42. Herz einer älteren Crangonlarve im Mysisstadium (mit frei vortretenden hinteren Gliedmassen der Brust). Man sieht ausser den beiden dorsalen Ostienpaaren auch das ventrale Spaltenpaar und das Balkennetz, welches das Lumen durchsetzt.

Fig. 43. Weit zurückgedrängter Stirnrand nebst Rostrum einer halb flachen, breiten Alpheiden-Zoëa (wahrscheinlich von Hippolyte) mit gedrungenem Kopfbrustschild.

Fig. 44. Die Sternalgefässe einer jüngeren Alpheidenlarve, noch ohne Fächergliedmassen der ausgebuchteten mit 7 Paar Terminalborsten besetzten Schwanzflosse. Hinter dem ersten bereits als Spaltfach fungirenden Beinpaar (P^1) finden sich die knospenförmigen Anlagen der nachfolgenden Gliedmassen.

Fig. 45. Die Sternalgefässe einer älteren Alpheidenlarve mit gesonderten Fächergliedmassen und 2 als Spaltfüsse fungirenden Beinpaaren. Die 3 hinteren Beinpaare nach vorne geschlagene Schläuche, ausschliesslich das letzte Paar ist einästig angelegt. Pleopoden fehlen noch.

Fig. 46. Sternalgefäss einer weiter vorgeschrittenen Alpheidenlarve im Mysisstadium von 4 Mm. Länge. Pleopoden, die ausserordentlich spät auftreten, noch stummelförmig. Rg. Gefässäste, welche in den Ganglien Capillarschlingen bilden. Plp^1. Vordere Pleopoden.

Fig. 47. Etwas abnorm gestaltete Sternalgefässe einer Crangonlarve im Mysisstadium (mit triangulärem spitzen Schnabel und Schwimmfussästen nur am ersten Gehfusspaar).

Fig. 48. Kopfbruststück einer nicht näher bestimmbaren Zoëa mit sehr langgestrecktem Abdomen, dessen Segmente an der Ventralseite je mit einem umgekrümmten Hakenpaare bewaffnet sind. Die 6 hinteren Thoracalsegmente schon angelegt, aber ohne Gliedmassen.

Fig. 49. Aelteres Stadium dieser Larve mit nach vorne geschlagenem dritten Maxillarfusse. Die linke Mandibel hakenförmig gebogen, ebenso die Paragnathen.

Fig. 50. Terminalstück des Telsons dieser Larve.

Taf. IX.

Fig. 51. Sternalgefässe der Larve von Gebia littoralis.

Fig. 52. Die 6 hinteren Brustgliedmassen der Gebialarve im zweiten Entwicklungsstadium. Die Endopoditen der drei vorderen Paare sind nicht dargestellt.

Fig. 53. Sternalgefässe einer jungen Paguridenlarve (ohne seitlichen Stachelfortsatz der Schale). Erstes und zweites Maxillarfusspaar erhalten besondere Gefässe. Das Gefässpaar des dritten noch functionslosen Maxillarfusses bereits angelegt.

Fig. 54. Sternalgefässe eines späteren Stadiums derselben Larvenform, mit bereits fungirendem dritten Kieferfusspaar und knospenförmigen Anlagen der Beinpaare, noch vor Sonderung der Fächergliedmassen.

Fig. 55. Sternalgefässe einer noch weiter vorgeschrittenen Paguridenlarve mit fungirendem dritten Kieferfusspaar nebst Fächergliedmassen und Anlage der Pleopoden des 2. und 3. Segmentes.

Fig. 56. Sternalgefässe einer jungen Porcellana-Larve vor Auftreten der Beinanlagen. Das Gefäss des hinteren Maxillarfusses ist noch einfach.

Fig. 57. Dieselben von einer älteren Porcellana-Larve mit langen schlauchförmigen Beinanlagen. Das Gefäss des hinteren Maxillarfusses entsendet Aeste zu den Beinpaaren.

Fig. 58. Kopfbruststück und vordere Abdominalsegmente einer jungen Krabbenzoëa (noch ohne Pleopodenanlagen) bei Einstellung des Herzens. Coe. Blinddarm als Anlage des gewundenen wahrscheinlich als Harnorgan fungirenden Darmanhanges. D. Darm.

Fig. 59. Aelteres Zoëastadium mit langen schlauchförmigen Beinanlagen und Pleopodenstummeln. Auch das ventrale Ostienpaar (O. v.) ist deutlich erkennbar. S. S. Suspensorien des Herzens. A. md. Arterie der Mandibel.

Fig. 60. Sternalgefässe einer Megalopa.

Nachträgliche Bemerkungen.

In dem nach Abschluss vorliegender Abhandlung in meine Hand gelangten „Bidrag til kundskaben om Decapodernes Forwandlinger" von G. O. Sars finden sich Beobachtungen über verschiedene Makrurenlarven mitgetheilt, welche mir zu nachfolgenden Bemerkungen Anlass geben.

Die von Sars beschriebene Zoëa von Calocaris Macandreae erinnert so auffallend an eine von mir beschriebene Helgolanderlarve (Zur Kenntniss der Malacostrakenlarven. Würzb. naturw. Zeitschrift, Tom. II. 1861. Taf. III.), dass ich beide für nahe verwandt halten muss. Die gleiche Form des Rostrums, des Rückenstachels und Telsons, sowie die grösste Uebereinstimmung in der Gestalt der Extremitäten. Nun soll freilich nach Sars das zweite Stadium schon durch die vollständig fertige Mysisform mit 7 Paaren von Schwimmfussästen und sämmtlichen Brustgliedmassen, von denen das letzte Paar des Spaltastes entbehrt, repräsentirt sein. In der Helgolanderlarve dagegen wird die Ausbildung zur Mysisform durch mehrere Zwischenglieder vermittelt, von denen das jüngere die beiden vorderen Gehfusspaare als zweiästige Schläuche trägt, das ältere diese zu fungirenden Spaltfüssen ausgebildet hat, während die 3 hinteren Paare als schlauchförmige Anlagen hinzugekommen sind.

Bezüglich der Metamorphose der Gebiazoëa wurden von Sars sämmtliche Larvenstadien in vollständiger Reihe beschrieben und das zweite Stadium als Zwischenform zur Mysisform mit vier Paar Schwimmfussästen dargestellt. Nach meinen

Beobachtungen besitzt dieses Larvenstadium jedoch 5 Paare von Schwimmfussästen, indem auch der Exopodit des zweiten späteren Beinpaares bereits als Schwimmfuss fungirt. Sollte das eine constante Abweichung zwischen der nordischen und der adriatischen Larvenform sein?

Die bizarre Stachellarve von Nephrops norvegicus, welche ähnlich wie die Larven von Homarus in Mysisform die Eihüllen verlassen, hält Sars irrthümlich für seither unbekannt. Er scheint nicht zu wissen, dass dieselbe in meiner oben citirten Arbeit genau beschrieben und auch als Nephropslarve erkannt worden ist. Immerhin musste es erwünscht sein, meine damals versuchte Zurückführung der in Nizza pelagisch gefischten Larve auf Nephrops durch die Sars'schen Beobachtungen verificirt zu sehen. Ich schrieb damals „da die drei ersten Fusspaare mit Scheeren enden und eine ansehnliche Grösse besitzen, wusste ich unter Berücksichtigung des Baues der Antennen und der Form des ganzen Leibes keine andere Familie namhaft zu machen, welcher die Larve als Jugendform angehört, als die der Astacinen; es würde, da Hummer und Flusskrebs nicht in Betracht gezogen werden können, die Gattung Nephrops als das muthmassliche Geschlechtsthier übrig bleiben.“ Nun gehört bekanntlich — was ich früher nicht wusste — Nephrops auch der Fauna Nizza's an, so dass seither schon die Richtigkeit der von mir versuchten Bestimmung nicht bezweifelt werden konnte.

Ueber

Apseudes Latreillii Edw. und die Tanaiden.

Von

C. Claus.

(Mit 2 Tafeln.)

Seitdem Fr. Müller durch seine vielbesprochene Entdeckung der „Riecher und Packer“ die Aufmerksamkeit der Zoologen auf die Scheerenasseln gelenkt hatte, wurden dieselben mehrfach zum Gegenstande eingehender Untersuchung gemacht, so dass man wenigstens ihren Bau für genügend aufgeklärt halten sollte. Dies ist jedoch keineswegs der Fall, vielmehr bestehen unter den Autoren gerade über diejenigen Organe, welchen die Tanaiden das besondere Interesse verdanken, mancherlei Widersprüche.

Neben dem bemerkenswerthen Dimorphismus der Männchen, der übrigens meines Wissens seither für keine zweite Tanaiden-Form bestätigt wurde, zieht vor Allem die Panzerduplicatur und die Athmungsweise der Scheerenasseln die Aufmerksamkeit auf sich. Wenn auch die Auffassung Fr. Müller's keine Bestätigung fand, dass dieselben in der Art ihrer Respiration eine wesentliche Zoëa eigenthümlichkeit bewahrt hätten, so stehen sie doch durch die Duplicatur des Kopfbruststückes, sowie die auf diese Körperregion concentrirte Athmung, endlich durch einen die Wasserströmung unterhaltenden Kieferanhang den Schizopoden, beziehungsweise den Decapoden nahe.

Ganz besonderes Interesse aber verdient die Gattung Apseudes, indem dieselbe auch an den Antennen und an zwei vorderen Brustgliedmassen Charaktere der Podophthalmen zur Erscheinung bringt, für deren Besitz wir kein zweites Beispiel unter den Arthrostraken kennen: an den Antennen die schuppenförmige Nebengeissel, am Scheerenfusse, sowie an dem nachfolgenden Brustfusse einen als Geisselast entwickelten Exopoditen.

Die an den Küsten der Bretagne und von Northumberland vorkommende Apseudesart gehört nun auch der Schlammfauna der Adria an und konnte daher von mir näher untersucht werden.

Dieselbe wurde von M. Edwards[1]) als Rhoea Latreillii beschrieben, später von Spence Bate und Westwood[2]) als zu Apseudes gehörig erkannt, einer Gattung, welche schon lange vorher von Leach[3]) nach der an den englischen Küsten verbreiteten A. talpa (Cancer gammarus talpa Montagu = Eupheus talpa Desm.) aufgestellt worden war. Indessen war die Beschreibung von Milne Edwards wenig eingehend und höchst ungenau. An den hinteren Antennen war nicht einmal der Nebenanhang erkannt, dessen erst Spence Bate und Westwood als rudimentäre Schuppe Erwähnung thun. Von den Mundwerkzeugen wurden nur die Kieferfüsse erwähnt, welche an ihrer Basis vereinigt sein und einen dreigliedrigen Palpus tragen sollten. Zwar war die Verschmelzung des vorderen, die Scheerenfüsse tragenden Segmentes mit dem Kopfe richtig erkannt, dagegen die Gestaltung der Brustbeine durchaus oberflächlich und fehlerhaft beurtheilt. Das Vorhandensein der Schildduplicatur, der schwingenden Kiemenplatte und der Geisselanhänge der vorderen Brustbeine blieb M. Edwards völlig unbekannt.

Nicht viel besser und eingehender erscheint die Darstellung von Apseudes in dem Werke der englischen Autoren; auch diese ist durch zahlreiche Unrichtigkeiten entstellt, und mit Rücksicht auf die beigegebenen Abbildungen unzureichend. Beispielsweise sollen die Augen auf beweglichen Stilen (Footstalks) getragen werden, die Kieferfüsse an ihrer Basis verschmolzen sein. Von den Mundtheilen wurden lediglich die Mandibeln mit ihren dreigliederigen Palpen beschrieben, die Geisselrudimente an dem Scheerenfusse und nachfolgendem Fusspaare aber blieben ebenso wie die schwingende Kiemenlamelle in der Athemhöhle unerwähnt.

Indessen waren schon einige Jahre vorher beiderlei Anhänge von Lilljeborg[4]) beobachtet, wenn auch erst vor Kurzem

[1]) M. Edwards, Mémoire sur quelques Crustacés nouveaux. Ann. science nat. I. Serie, Tom. XIII, 1828, pag. 292—294, Taf. 13 A, Fig. 1—8.

Derselbe, Histoire naturelle des Crustacés. Tom III, pag. 141, 1840.

[2]) Spence Bate und Westwood, A History of the Brit. sessile Eyed Crustacea. Vol. II, 1868, pag. 144.

[3]) Leach, Brewster's Edinb. Enigit. VII, pag. 404, 1872, sowie Transact. Linn. Soc. Tom. XI, pag. 372.

Vergl. auch Cuvier, Règne animal de Cuvier. Crustac. Taf. 62, Fig. 1. — Desmarest, Considérations sur les Crustacés, pag. 284.

[4]) Wilh. Lilljeborg, Bidrag til kännedomen om de inom Sverige och Norrige förekommande Crustaceer af Isopodernas under ordning och Tanaidernas Familj. Upsala 1864.

G. O. Sars[1]) die Bedeutung derselben als Exopoditen, beziehungs-Epipodialanhang erkannt hat. In jüngster Zeit theilte Yves Delage[2]) genauere Beobachtungen über die Gestalt der Athemhöhle und deren Oeffnungen, sowie über die Richtung der in derselben stattfindenden Wasserströmung bei Apseudes und Tanais mit. Endlich fanden die Mundtheile und vorderen Beinpaare nebst Geisselanhängen von Apseudes in einem Aufsatze von Boas[3]) Berücksichtigung, doch dürften die Beschreibungen dieses Autors ebenso wenig wie die denselben beigegebenen mangelhaften Abbildungen strengeren Anforderungen genügen. Eine zusammenhängende genauere Darstellung vom Baue des Apseudes und seiner Gliedmassen ist meines Wissens seither von keiner Seite versucht worden, scheint mir aber bei dem Interesse des Objects in gleicher Weise Bedürfniss, als ein näheres Eingehen auf die innere Organisation, über welche bislang überhaupt keine Angaben vorliegen.

1. Körperbau und Gliedmassen.

Schon die äussere Erscheinung von Apseudes hat etwas Bizzares und zeigt Merkmale von Asseln und Amphipoden in absonderlicher Weise vereinigt. Der mässig comprimirte, langgestreckte Leib wird von einem stark incrustirten Hauptpanzer geschützt, an welchem zahlreiche spitzige Vorsprünge, meist in Form langer Stacheln und Haken hervorstehen. Als solche machen sich ausser dem Rostrum vier lange mediane Stacheln an der Bauchseite von ebenso vielen Brustsegmenten bemerkbar. Ferner treten rechts und links am Vorderrand des Kopfbruststückes, sowie an den Pleuren der freien Brustsegmente Stachelfortsätze hervor. (Fig. 1.) Auch die Seitenstücke der Abdominalsegmente laufen in starke Fortsätze aus. (Fig. 18.) Den grössten Umfang aber erreicht ein schräg nach vorn gerichteter Stachel zur Seite des ersten freien Brustsegmentes, welcher das Exopodit des diesem Segmente zugehörigen Gliedmassenpaares lateralwärts schützt und dem Coxalgliede des Beines angehört, daher zugleich mit den Bewegungen des Beines verschoben wird. (Fig. 2.) Ueberdies ist der Panzer an einzelnen Stellen von längeren und kürzeren borstenförmigen Haaren

[1]) G. O. Sars, Isopoda chelifera. Archiv f. Math. og Naturw. 1881. Tom VII.

[2]) Yves Delage, Contribution a l'étude de l'appareil circulatoire des Crustacés édriophthalmes marins. Paris 1881, pag. 146, Taf. 11, Fig. 9 u. 10.

[3]) J. E. V. Boas, Studien über die Verwandtschaftsbeziehungen der Malakostraken. Morpholog. Jahrbuch, Tom. VIII, 1883, pag. 514, Fig. 8, 16—18, 28, 45, 68.

bekleidet, unter denen helle, körnchenerfüllte Drüsenzellen liegen, die aber auch unter nackten Stellen des dicken Hauptpanzers, besonders in den Extremitäten, in reichster Fülle wiederkehren. Endlich erscheint das hintere Ende des Körpers ganz eigenthümlich gestaltet, indem auf die fünf ziemlich gedrungenen Abdominalsegmente ein sehr gestreckter Abschnitt folgt, welcher das sechste Segment nebst dem Telson repräsentirt und ventralwärts fast terminal das zweiastige Uropodenpaar trägt, dessen Innenast zu einer vielgliedrigen, fadenförmigen Geissel verlängert ist. (Fig. 18.)

Trotz der wesentlich gleichen Gestaltung der passiven Schutz- und Vertheidigungsmittel zeigen doch beide Geschlechter Angriffen gegenüber in der Haltung ihres Leibes in der Regel ein verschiedenes Verhalten, welches man jedoch nicht als sexuelles Merkmal verwerthen kann. Wenn man einen weiblichen Apseudes durch Berührung beunruhigt, so legt sich das Thier meist mit der vorderen und hinteren Ventralfläche in einer Art unvollständiger Kugelung zusammen, während das Männchen bei der gleichen Beunruhigung seine Extremitäten in drohender Haltung ausstreckt und sich etwas nach dem Rücken zu krümmt, so dass die ventralen Stacheln nach aussen vorstehen. Vielleicht steht die ventrale Krümmung des weiblichen Leibes im Zusammenhange mit dem Vorhandensein der Brutblätter, welche zur Zeit der Trächtigkeit die Bruthöhle bilden.

Was unsere Aufmerksamkeit am meisten in Anspruch nimmt, ist die den Tanaiden eigenthümliche Bildung des Cephalothorax und dessen Athemhöhle mit der schwingenden Kieme. Der vordere der bei den normalen Arthrostraken freien Brustringe erscheint mit dem Cepholathorax vereinigt und ventralwärts rechts und links von einer seitlichen Integumentduplicatur überdeckt, welche eine Art Athemhöhle bildet und einen als Kiemenlamelle fungirenden Epipodialanhang des Kieferfusspaares einschliesst. (Fig. 2.) Das nachfolgende Brustsegment ist zwar an seiner Dorsalseite durch eine Quercontur scharf abgesetzt und würde sich somit bei Betrachtung von der Rückenseite als das erste der freien Brustsegmente darstellen, ist dagegen ventralwärts mit dem Integument des Cephalothorax unbeweglich und ohne Abgrenzung verschmolzen, so dass streng genommen nur von 5 frei beweglichen Brustringen die Rede sein kann. Die Schalenduplicatur, welche zu beiden Seiten des Cephalothorax eine mässig geräumige Athemcavität umgrenzt, beginnt in der Region der Maxillen dicht hinter den Mandibeln, deren wulstig erhobenes, von Muskeln erfülltes Basalstück am Vorderrande der Duplicatur

hervorragt. Dieselbe sieht ähnlich wie die Brustklappe eines Leibrockes aus, welche auf die Brust umgeschlagen jederseits nur einen Theil derselben bedeckt und nach hinten schräg abgeschnitten endet. Man unterscheidet daher ausser dem freien durch die Mandibeln ziemlich geschlossenen Vorderrand, einen schwach ausgebuchteten Medialrand, an welchem der Schalenraum in klaffender Spalte geöffnet ist. In dem breiten nach vorn verschmälerten Felde, welches zwischen den langgezogenen Medialspalten beider Athemhöhlen bleibt, liegen die beiden Kieferfüsse und, von denselben bedeckt, die beiden Maxillenpaare. Zu den Seiten des breiten Kieferfussschaftes inseriren sich die beträchtlich nach vorne gerückten Scheerenfüsse dicht an der klaffenden Medialspalte der Athemhöhle, in welche das ringförmige Coxalstück der Gliedmasse hineinragt. Unmittelbar hinter demselben entsendet der verdickte Medialrand der Schalenduplicatur einen nach hinten gerichteten hakenförmigen Fortsatz, an dessen Aussenseite ein ähnlicher Fortsatz des sternalen Integuments, jenen umgreifend, in entgegengesetzter Richtung nach vorne vorspringt, so dass eine schräg longitudinale Brücke entsteht, welche die hintere Partie der Athemspalte als scheinbar selbstständige ovale Oeffnung abgrenzt. (Fig. 2, Oe.p.) Die letztere dient, wie bereits Delage richtig erkannt hat, zum Eintritt des Wasserstromes in die Athemhöhle, welcher aus der medialen Längsspalte zur Seite des Scheerenfusses wieder ausgeführt wird. Regulirt wird diese Bewegung von der schwingenden Kiemenlamelle, sowie durch die lebhaften Vibrationen der beiden Geisseläste, von denen der vordere (Exop.') als Anhang des Scheerenfusses an der klaffenden Ausgangsspalte hervorsteht, der zweite (Exop.') als Exopodit der nachfolgenden Gliedmasse hinter der Eingangsspalte seine Schwingungen ausführt.

Als Charakter von Apseudes wird auffallenderweise von den Autoren der Besitz gestielter Augen hervorgehoben, und auch Boas scheint denselben als eine nicht in Zweifel zu ziehende Eigenschaft zu betrachten, wenn er die Bemerkung macht: „Bekanntlich sitzen die Augen von Apseudes auf kurzen, unbeweglichen Stielen.“ Offenbar hat es dieser Autor für überflüssig erachtet, unsere Tanaide auf die Augen näher anzusehen, da er sich beim ersten Blick von der Unrichtigkeit der verbreiteten Angabe und seiner Bestätigung derselben hätte überzeugen müssen. Thatsächlich liegen die Augen rechts und links unter den Ecken des Stirnrandes (Fig 2, O.) und sind sessil, wie die der echten Asseln. Dagegen zieht sich das Integument

vor dem Auge in einen langen Stachel aus, der aber auch beim flüchtigsten Blick nicht mit einem Augenstiel verwechselt werden kann. Auch fehlen linsenartige Facetten an dem das Auge überkleidenden Integument, wie wir sie an dem allerdings scharf abgesetzten Auge von Tanais und Verwandten finden. Wie aber Boas zu der weiteren Angabe geführt werden konnte, die Augen stellten bei Apseudes „selbständige, dem Kopfe eingefügte, wenn auch nicht mehr bewegliche Gebilde" dar, ist mir ganz unverständlich, zumal dieselbe eine ganz verfehlte Vorstellung vom Stilauge bekundet.

Von den Gliedmassen tragen die vorderen Antennen eine Nebengeissel, welche an der Dorsalseite des dritten Antennengliedes entspringt und medialwärts liegt (Fig. 1 A[1]). Durch das Auftreten dieses secundären Anhangs wird es möglich, an der primären Gliederreihe der Antenne einen Schaft oder Stil und eine Hauptgeissel zu unterscheiden. Der Schaft, an welchem beide Geisseln aufsitzen, ist durch seine bedeutendere Stärke ausgezeichnet und besteht aus drei Gliedern, von denen das sehr gestreckte basale Glied den weit grössten Umfang besitzt und, wie auch das nachfolgende stark reducirte Glied, mehrere Gruppen der charakteristischen Drüsenzellen umschliesst. Die mediale Nebengeissel ist viergliedrig (das gemeinsame Ursprungsglied miteingezählt) und etwa halb so lang als die achtgliedrige lateralwärts gewendete Hauptgeissel, welche dem stark verjüngten oberen Abschnitt der primären Gliederreihe entspricht und wie die gleichwerthige Hauptgeissel der Podophthalmen zwischen kürzern Borsten lange, schlauchförmige Riechfäden trägt. Die Zahl dieser Sinnesanhänge ist in beiden Geschlechtern verschieden und beim Weibchen auf drei beschränkt (Fig. 4). Im männlichen Geschlechte finden sich meist 9 Riechhaare, von den vier dem zweiten, drei dem dritten und je eine dem vierten und sechsten Gliede der Hauptgeissel angehören. (Fig. 3.)

Auch die Antennen des zweiten Paares, welche unterhalb und ventralwärts von den erstern entspringen, zeigen sexuelle Unterschiede, jedoch nur in der Gliederzahl ihres Hauptastes (Fig. 5). Von grossem Interesse ist die Uebereinstimmung dieser Gliedmassen mit der Entomostrakenantenne, indem sich der zweigliedrige Schaft mit seinen beiden primären Aesten erhalten hat. Wir finden hier ein ursprüngliches Verhältniss bewahrt, wie es unter den Malakostraken auch bei manchen Schizopoden- und Decapoden-Larven angetroffen wird, wenngleich sich bereits in unserem Falle die drei unteren Glieder des Hauptastes (Endopoditen) durch ihre grössere

Stärke den Stammgliedern anschliessen und von dem 6gliedrigen (Weibchen), beziehungsweise 5gliedrigen (bei den meisten Männchen) oberen Abschnitt, welcher zur Geissel wird, schärfer absetzen. Der Aussenast (Exopodit) erscheint nicht weiter gegliedert und als eine der Schuppe der Makruren vergleichbare Platte, deren Aussenrand mit einigen langen Borsten besetzt ist. Das Basalglied des Stammes zieht sich medialwärts in einen hohen kantigen Fortsatz aus. Eine Antennendrüse nebst entsprechendem Porus fehlt; dagegen finden sich in den Schaftgliedern und im Expoditen die kleinen körnigen Drüsenzellen wieder, welche in sämmtlichen Gliedmassen auftreten und auch über alle Segmente an manchen Stellen in dichter Häufung verbreitet sind.

Von den Mundwerkzeugen fällt die grosse, dachartig vorspringende Oberlippe auf, an deren Unterseite eine kurze, von zwei seitlichen Wülsten umgrenzte Rinne nach der Mundöffnung führt. (Fig. 6.)

Die Mandibeln schliessen sich wie auch die nachfolgenden Mundesgliedmassen am nächsten den Kiefern der Cumaceen an, haben aber auch manches mit denen der normalen Asseln gemeinsam. Im Gegensatze zu diesen tragen die Mandibeln von Apseudes einen nach vorn gerichteten dreigliedrigen Taster, der jedoch bei anderen Tanaiden-Gattungen wie bei den Cumaceen fehlt. Die transversal gestellte Lade ist durch ihre kräftige Muskelfüllung stark aufgetrieben und läuft in zwei Kaufortsätze aus, von denen der untere, in der Tiefe liegende mit breiter Mahlfläche endet, der obere am Unterrand der Oberlippe an der Oberfläche vorspringt und einen gezähnten, schneidenden Rand besitzt. An der linksseitigen Mandibel kommt wie auch bei Cuma zu der obern vierzähnigen Schneide noch ein unterer dreizähniger Fortsatz hinzu, auf welchen ein flacher, mit drei- und mehrzinkigen Gabelborsten besetzter Vorsprung folgt. (Fig. 7 [1].) Rechtsseitig fehlt der dreizähnige Fortsatz unterhalb der vierzähnigen Schneide des Kaurandes.

Die zwischen Mandibel und erster Maxille gelegene Unterlippe zeichnet sich, abgesehen von ihrem relativ bedeutenden Umfange, dadurch aus, dass von dem median verbundenen Basallappen, dessen Aussenrand sägeartig gezähnt ist, jederseits an der äusseren Ecke des Vorderrandes eine ladenähnliche, mit drei Dornen und feinen Härchen besetzte Platte abgegliedert ist, eine Differenzirung, welche die Bezeichnung der Unterlippe als Paragnathen rechtfertigt und für die freilich unhaltbare Ansicht zu sprechen scheint, nach welcher dieselben den Werth eines Extremitätenpaares besitzen.

Die erste Maxille besteht aus zwei verhältnissmässig schmalen, nach vorn erhobenen Laden und einem nach hinten gerichteten Taster, welcher wie der gleichwerthige Anhang am Kiefer von Nebalia in die Athemhöhle hineinragt und gewissermassen als „Putzfuss" zum Reinigen der zarthäutigen inneren Schalenlamelle, wie überhaupt der respiratorischen Oberfläche dient. Auch bei den unter ähnlichen Verhältnissen im schlammigen Grunde lebenden Cumaceen ist dieser Tasteranhang vorhanden, wenngleich hier minder gestreckt und ungegliedert. Seiner Bedeutung nach entspricht derselbe dem nach hinten umgeschlagenen reducirten Endopoditen und besteht aus zwei gestreckten Gliedern, von denen das letzte in zwei lange Geisselborsten ausläuft und vor denselben am Innenrande mit vier kurzen Haarborsten besetzt ist. Bei Tanais und ebenso bei den Cumaceen ist der Taster kürzer und entbehrt der Gliederung, sowie des Haarborsten-Saumes. Von den beiden Laden erscheint die untere oder innere (Fig. 9 [1] L. i.) am oberen Ende mit fünf zart befiederten Borsten besetzt, die obere oder äussere (Fig. 5) schwach einwärts gekrümmt und mit einer grössern Zahl kurzer Zahndornen bewaffnet.

Die Maxillen des zweiten Paares stehen in gleicher Weise den entsprechenden Kiefern der Cumaceen, von welchen G. O. Sars [1]) eine genaue Darstellung gegeben hat, sehr nahe, unterscheiden sich jedoch durch den Ausfall der Fächerplatte (Exopodit). Vielleicht ist ein leistenartiger Vorsprung am lateralen Rande als Rudiment (Fig. 10) dieser Platte zu betrachten.

Ihrer allgemeinen Form nach erscheint die zweite Maxille in beiden Crustaceengruppen, worauf bereits von anderer Seite hingewiesen wurde, von dem weit vollständiger entwickelten und umfangreichern Mysidenkiefer ableitbar. Auch ist die Borstenstellung am Innenrande des Basalgliedes recht ähnlich. Andererseits bildet diese wie auch die vorausgehende Maxille der Tanaiden den Uebergang zu den entsprechenden Gliedmassen der Isopoden, an denen Taster und Exopodit (Fächerplatte) völlig geschwunden sind.

An der Kieferplatte selbst unterscheidet man ein Basalglied und einen zweiten umfangreichen Abschnitt, an dessen Medialrand eine Reihe von starken, durch mässige Intervallen getrennten Borsten sich inseriren. An der inneren, dem Körper zugewendeten Seite trägt dieselbe einen dichten Saum zarter, gekrümmter Haarborsten.

[1]) G. O. Sars, Beskrivelse af de paa Fregatten Josephines expedition fundne Cumaceer. Stockholm 1871. Taf. II. Fig. 8 und 9.

(Fig. 10 [1].) Nach vorn stehen zwei Kieferladen hervor, eine untere (L. i.), von einer starken, ziemlich isolirt stehenden Borste überragt, und an ihrem medialen Rande mit mehrzinkigen Gabelborsten und fingerförmigen Hakenborsten besetzt, und eine obere Lade (L. s.). Diese ist gestreckter und am freien Rande theils mit ähnlichen Hakenborsten, theils mit gekrümmten, lateralwärts abstehenden Dornen bewaffnet. Ein kürzerer, mehr an der Innenfläche entspringender Fortsatz (P), welcher mit langen Borsten endet, scheint einem Tasterrudiment zu entsprechen.

Auch der Maxillarfuss (Fig. 11, 12, 13, 14) weist auf die nahe Verwandtschaft mit den Cumaceen hin, indem er im Wesentlichen die gleichwerthige Gliedmasse einer Cuma (Diastylis) wiederholt. In beiden Fällen fehlt der Exopodit, während am kurzen Basalglied eine als Kieme fungirende Epipodiallamelle auftritt, die freilich bei Diastylis einen grösseren Umfang und eine viel complicirtere Gestaltung gewinnt. Am Stamm des Kieferfusses bleibt das Grundglied (1) kurz, dagegen ist das zweite Glied (2) als Träger des Exopodits gestreckt und von ansehnlichem Umfang. Der breite, beinförmige Endopodit erscheint auffallenderweise viergliedrig. Indessen gilt das gleiche auch für den Scheerenfuss (Fig. 15), an welchem das erste an den nachfolgenden Brustfüssen kurze Endopoditglied geschwunden ist. Ganz eigenthümlich verhält sich die an der unteren, dem Körper zugekehrten Seite des zweiten Stammgliedes entspringende Lade (L), welche durch eine Art Retinaculum, das heisst drei bis vier Häkchen, mit der gegenüberstehenden zu einer dachförmig nach innen vorspringenden Unterlippe verbunden ist. Diese Häkchen greifen mit denen der andern Seite ineinander, inseriren sich aber nicht am Medialrande, welcher ebenso wie der kurze Vorderarm mit Borsten besetzt ist, sondern in einiger Entfernung von demselben an der vom Körper abgewendeten Seite der Platte. (Fig. 12.) Im Zustande der Fixirung beider Laden müssen daher die medialen Randtheile des rechten und linken Kieferfussstammes umgeschlagen sein. (Fig. 13.) Der complicirte Borstenbesatz des Endopoditen ist ebenso wie Form, Stellung und Grössenverhältniss der vier Glieder aus den Abbildungen ersichtlich, die eine Beschreibung überflüssig machen dürften. Dagegen bedarf der Epipodialanhang, der in ähnlicher Weise auch bei den übrigen Tanaidengattungen als schwingende Kiemenplatte wiederkehrt, einer näheren Besprechung, da die Meinungen der Autoren über den Ursprung der Tanaidenkieme von einander abweichen. Bei den Gattungen Tanais, Paratanais und

Verwandten ist es in der That ausserordentlich schwer, sich über die Insertion des Branchialanhangs sichere Rechenschaft zu geben. Während Kröyer[1]) die ovalgestreckte Kieme von Tanais als der lateralen Seite des Kieferfusses anhaftend darstellt, wird dieselbe von Fr. Müller[2]) als Anhang auf die zweite Maxille bezogen. Spence Bate[3]) ist dagegen der Ansicht, dass die Branchialplatte dem Scheerenfusse angehöre, und A. Dohrn[4]), dass dieselbe selbständig zwischen Kiefer und Kieferfuss an der Körperwand entspringe. Der jüngste Autor über Tanaiden, H. Blanc[5]), schliesst sich Dohrn's Auffassung an, während Delage[6]) nicht sicher zu entscheiden wagt, ob die Kieme isolirt oder an der Basis des Maxillarfusses entspringe. Bei Apseudes ist die Entscheidung minder schwierig, wenn sie auch nicht sogleich am ersten Präparate gelingt. In der That hat bereits G. O. Sars[7]) die Zugehörigkeit dieses Anhangs zum Maxillarfuss erkannt und Boas[8]) in entsprechender, stark schematisirter Abbildung dargestellt. Da die Insertion des Scheerenfusses auffallend weit nach vorn, zur Seite des Kieferfusses gerückt ist, so begreift man, dass der zwischen beiden Gliedmassen entspringende Schaft der Kiemenlamelle bei der Präparation leicht von dem Kieferfusse abgelöst wird und an der Basis des Scheerenfusses haften bleibt (Fig. 15), so dass die Zugehörigkeit zu dieser Gliedmasse vorgetäuscht wird. Indessen entspringt der stielförmige Schaft der Kiemenlamelle an dem kurzen Basalglied des Kieferfusses und erhält von hier aus seine Musculatur. Die Kiemenlamelle selbst ist schalenförmig gekrümmt und läuft an der unteren Ecke ihres Aussenrandes in einen spitzen, borstenförmigen Fortsatz aus (Fig. 14), der gewöhnlich aus der hinteren Oeffnung der Kiemenhöhle vorsteht. Da, wo der Schaft (a) in die Lamelle (c) übergeht, setzt sich ein ovales von feinem Härchensaum umrandetes Läppchen (b) von der Lamelle ab. Bei der Betrachtung des lebenden Thieres vom Bauch oder Rücken aus erhält man kein Flächenbild der Kiemenlamelle, sondern sieht

[1]) Kröyer, Naturhist. Tidsskrift. Nye Raekkes. Tom. II. 1849.

[2]) Fr. Müller, Ueber den Bau der Scheerenasseln. Archiv f. Naturg. 1864.

[3]) Spence Bate, Carcinological Glanings No. 4. Ann. Mag. Nat. Hist. 1868.

[4]) A. Dohrn, Zur Kenntniss vom Baue und der Entwicklung von Tanais. Jenaische Zeitschr. Tom. V.

[5]) H. Blanc, Contribution à l'hist. nat. des Asellotes hétéropodes. Observations faites sur la Tanais Orstedii Kr. Genève 1884.

[6]) Delage l. c.

[7]) G. O. Sars l. c.

[8]) Boas l. c. pag. 549, Fig. 8.

dieselbe von der Seite im optischen Durchschnitte. Ob dieser beständig schwingende Epipodialanhang als Athmungsorgan fungirt und deshalb mit Recht den Namen Kieme verdient, oder ob derselbe nur die Wasserströmung regulirt und wie die gleichwerthige Epipodialplatte der Mysideen nur indirect die Athmung unterstützt, wird später bei Besprechung des Kreislaufes unter Berücksichtigung der feineren Structur der Lamelle erörtert werden.

Die nachfolgenden 7 Beinpaare der Brust sind mit Ausnahme der beiden vorderen, zum Cephalothorax in nähere Beziehung getretenen Paare, gleichartig gebildet, vollzählig gegliedert und mit schwacher Kralle am Endglied bewaffnet. Das Coxalglied des 7gliedrigen Beines ist ein relativ kurzer im Rahmen der Pfanne eingefügter Ring, am distalen Rande mit einem Stachelkranz, der sich auch am Pfannenrand wiederholt. Dagegen ist das zweite Glied sehr langgestreckt, und über dem proximalen mittelst breiter Gelenkhaut eingefügten Ende stark eingeschnürt. (Fig. 17.) Das dritte Glied stellt sich wieder als ein kurzer Verbindungsring dar, welcher die starke Beugung des nachfolgenden Abschnittes am Schaftglied vermittelt. Das Endglied erscheint als schmaler Stiel der scharf abgesetzten Terminalkralle. Die beiden vorderen Beinpaare weichen in mehrfacher Hinsicht ab und zeichnen sich durch den Besitz eines rudimentären Exopoditen aus. Dieser ist mittelst kurzen Ringes auf einem Vorsprung an der Basis des Schaftgliedes eingefügt und besteht — von dem Verbindungsring abgesehen — aus zwei Gliedern, von denen das kürzere Endglied am vorderen Paare vier, am hinteren sechs lange Borsten trägt. Das dem ersten freien Brustringe zugehörige Beinpaar zeichnet sich durch bedeutenden Umfang, sowie durch die Stärke seiner Borstenbewaffnung aus, endet aber mit den nachfolgenden Gliedmassen übereinstimmend. Dagegen ist das vordere seitlich von den Kieferfüssen eingelenkte Beinpaar durch Umgestaltung der beiden Endglieder zum „Scheerenfusse“ geworden, dessen Greifhand, wie auch bei Tanais, sexuelle Verschiedenheiten aufweist, an denen beide Geschlechter sogleich zu erkennen sind. Beim Männchen ist die Greifhand im Allgemeinen stärker und besitzt am oberen Rande des Scheerenfortsatzes einen vorspringenden Zahn, welchem ein kleinerer Zahnfortsatz des beweglichen Endgliedes entspricht. Die eigenthümliche Sculptur des Randes, bedingt durch fein gesägte Zahnborsten, deren Aussenseite eine Reihe zarter cylindrischer Borsten begleiten (Fig. 15''), ist dem Scheerenfortsatz an der Greifhand beider Geschlechter gemeinsam, ebenso

die Anhäufung von Drüsenzellen, welche auch in den vorausgehenden Gliedern des Scheerenfusses, wie besonders in dem nachfolgenden Beinpaare auftreten.[1]) Den gänzlichen Mangel des dritten Gliedes (4') (ersten Endopoditengliedes) habe ich als auffallende Eigenthümlichkeit des Scheerenfusses bereits oben hervorgehoben. Im weiblichen Geschlecht tragen die Beine der Brust mit Ausnahme der beiden hinteren Paare Brutlamellen, die jedoch am Scheerenfusse rudimentär bleiben.

Die fünf Pleopodenpaare sind untereinander nicht verschieden und stimmen auch in beiden Geschlechtern überein. Ohne bemerkenswerthe Besonderheiten zu bieten, tragen sie auf einem zweigliedrigen Schaft zwei grosse schräg medianwärts gestellte Schwimmfussäste mit reichlichem Borstenbesatz. (Fig. 19.) Das Uropodenpaar ist ebenfalls zweiästig, der Aussenast dreigliedrig und kurz, der Innenast dagegen zu einem ausserordentlich langen Faden verlängert, an dem man meist 48 verschieden lange Ringe unterscheidet.

[1]) Die von Boas gegebene Abbildung des Scheerenfusses ist, abgesehen von ihrem ganz schematischen Charakter, insofern unrichtig, als sich in derselben ein drittes Glied abgegrenzt findet.

Figurenerklärung.

Taf. I.

Fig. 1. Vordere Körperhälfte eines männlichen Apseudes Latreillii, von der Rückenseite aus dargestellt. Vergrösserung: 65. O. Auge. A′, erste Antenne. Dr. Drüsenzellen der Haut. OL. Oberlippe. K. Kieme. C. Herz. Os. Ostien desselben, S^1. erstes der 6 freien Brustsegmente.

Fig. 2. Cephalothorax und erstes der 6 freien Brustsegmente desselben Thieres von der Bauchseite dargestellt, 70mal vergrössert. A″. Stamm der zweiten Antenne. R. Rostrum. O. Auge. Md. Mandibel mit dreigliedrigem Palpus. Oe. a. mediale Längsspalte der Kiemenhöhle zum Abfluss des Wassers, seitlich vom Kieferfuss (Mxf.). Oe. p. hintere Oeffnung derselben zum Eintritt des Wassers. Exop′. schwingender Exopodit des Scheerenfusses. Exop″. derselbe am nachfolgenden Brustfusse. Mx. P. Palpus (Endopodit) der ersten Maxille.

Fig. 3. Hauptgeissel der ersten Antenne eines männlichen Thieres, stark vergrössert. R. f. Riechfäden.

Fig. 4. Dieselbe von einem Weibchen.

Fig. 5. Zweite Antenne eines Männchens. Vergrösserung: 65.

Fig. 6. Oberlippe von der inneren, dem Körper zugewendeten Seite dargestellt. Vergrösserung: 65.

Fig. 7. Mandibel der linken Seite unter derselben Vergrösserung.

Fig. 7′. Vorderer Kaufortsatz derselben, stärker vergrössert.

Fig. 7″. Vorderer Kaufortsatz der rechten Mandibel.

Fig. 8. Unterlippe (Paragnathen). Vergrösserung: 65.

Fig. 9. Erste Maxille, in demselben Grössenverhältniss dargestellt.

Fig. 9′. Dieselbe stärker vergrössert. L. i. untere Lade. L. s. obere Lade. End. Endopodit.

Fig. 10. Zweite Maxille der rechten Seite. Vergrösserung: 65.

Fig. 10′. Dieselbe von der Aussenfläche dargestellt, stärker vergrössert. B. Basalglied. L. i. untere Lade. L. s. obere Lade. P. Taster.

Fig. 10″. Die zweite Maxille der linken Seite von der Aussenfläche dargestellt. Buchstabenbezeichnung wie in Fig. 10^1.

Fig. 11. Maxillarfuss der linken Seite von der Aussenfläche dargestellt. Vergrösserung: 65. K. Kiemenlamelle. Erstes Glied (1), siebentes Glied (7). Das dritte Glied fehlt. L. Lade an der inneren, dem Körper zugewendeten Fläche.

Taf. II.

Fig. 12. Linker Kieferfuss von seiner medialen Seite aus dargestellt, stärker vergrössert. An der Lade L. sieht man auf das aus vier Haken bestehende Retinaculum.

Fig. 13. Die Lade isolirt von der Innenfläche dargestellt mit umgeschlagenem Medialrand und vereinigtem Haftapparat.

Fig. 14. Die Kieme isolirt. a. Schaft. b. ovales, mit Härchen besetztes Läppchen. c. Schalenförmig gekrümmte Lamelle.

Fig. 15. Scheerenfuss eines Weibchens von der lateralen Fläche dargestellt. Vergrösserung: 65. Das basale Glied desselben durch das Integument des Segmentes verdeckt. K. die anhaftende Kiemenlamelle. Exop. Exopodit. Das dritte Glied des Beines ist völlig rückgebildet.

Fig. 15'. Scheerenhand des Männchens. Vergrösserung: 65.

Fig. 15''. Rand des Scheerenfortsatzes mit Zahnhöcker und Zahnborsten, stärker vergrössert.

Fig. 16. Das vordere der sechs thoracalen Beinpaare unter Ausschluss des Basalgliedes mit dem Stachelfortsatz (vgl. Fig. 2). Vergrösserung: 70. Exop. Exopodit.

Fig. 17. Ein Bein des dritten Paares. Vergrösserung: 65.

Fig. 18. Letztes Brustsegment und Abdomen, vom Rücken aus dargestellt, etwa 60mal vergrössert. D. Darm. Urp. Uropodenpaar.

Fig. 19. Pleopod des fünften Paares. (1), (2) die beiden Glieder des Schaftes. R. e. Aussenast. R. i. Innenast.

Uebersicht

der

Seethierfauna des Golfes von Triest

nebst Notizen über

Vorkommen, Lebensweise, Erscheinungs- und Fortpflanzungszeit der einzelnen Arten

von

Dr. **Ed. Graeffe.**

III.

Coelenteraten.

Cnidaria.

1. Sub-Classe Anthozoa.

Unter den Anthozoen sind besonders die Zoantharia Malacodermata in der Adria bei Triest vertreten. Die Korallenpolypen oder Madreporarier sind nur in wenigen Gattungen und Arten vorhanden. Von diesen bildet Cladocora cespitosa kleine Bänke, alle übrigen sind unansehnliche Arten, die an Steinen vereinzelt festsitzen. Noch geringer ist die Zahl der Alcyonarien, da ausser Rhizoxenia, Cornularia und Alcyonium keine weiteren Repräsentanten dieser interessanten Anthozoengruppe im Meere bei Triest zur Beobachtung kamen.

Die Anthozoen vertheilen sich über alle Tiefen des Golfes. Vorherrschend aus den tieferen Gründen erhält man Adamsia palliata, Aureliania, Peachia und Ilyanthus, Palythoa, Alcyonium wie auch Sagartia bellis und parasitica.

Alle übrigen Formen sind innerhalb der Fünffadenlinie zu finden und Actinia mesembryanthemum wie Anemonia sogar in der Fluthlinie. Letztere überwiegt an Zahl vor allen anderen Actinienarten und bildet stellenweise ganze Rasen dicht aneinander gedrängter Individuen. Die Anthozoen, besonders die Actinien, dauern bekanntlich in Aquarien gut aus, so dass ihre Lebensweise lange Zeit hindurch beobachtet werden kann.

Interessant ist das Verhältniss von Adamsia palliata und Sagartia parasitica zu ihren gewöhnlichen Bundesgenossen. Sehr oft verlassen diese Actinien die Schale mit dem darin hausenden Paguriden oder Weichthiere und setzen sich an andere Gegenstände fest. So erhielt sich eine Adamsia palliata über 7 Monate abgetrennt von ihrer Naticaschale und dem darin wohnenden Eupagurus Prideauxii.

Erwähnenswerth ist das stets eintretende Erblassen der frischen Farbentinten dieser Actinien nach längerem Aufenthalte in den Aquarien, welche Veränderung übrigens die Actinien mit sehr vielen Thieren theilen.

Ueber Feinde der Anthozoen konnte man bisher keine Daten gewinnen. Es scheint, dass die Nesselzellen und eigenthümliche widrige Gerüche, welche die Alcyonien verbreiten, andere Thiere von Angriffen abschrecken. In den Aquarien sieht man zwar öfters kleine Fische, namentlich Spariden, nach den Fangarmen der Actinien schnappen, indessen dürften diese Angriffe wohl dem intensiven Hunger zuzuschreiben sein, welchen diese Fische in der Gefangenschaft, wo sie nur ungewohnte Nahrung erhalten, zu leiden scheinen.

Von den Parasiten der Anthozoen ist ausser den Infusorien in verschiedenen Actinien namentlich das Staurosoma parasiticum Will, das in einer häutigen Ausbuchtung des Magenrohrs von Anemonia lebt, erwähnenswerth. Ausser diesem parasitischen Copepoden sind auch noch auf derselben Gattung andere kleine Copepoden, ähnlich der auf Eunice lebenden Art, zu finden.

1. Ordo. Alcyonaria.

Fam. Alcyonidae.

Subfamilia Cornularinae.

Rhizoxenia rosea Dana. = **Evagora rosea** Philippi. — Fundort und Erscheinungszeit: Auf der Unterfläche der Steinblöcke, namentlich beim Theresiendamm, zu jeder Jahreszeit zu finden. Im Winter und Frühjahr am üppigsten entwickelt. In Rovigno sind ebenfalls die Steine mit Rhizoxenien dicht bedeckt. — Zeit der Fortpflanzung: Im Mai und Juni fanden sich in solchen Polypen eine Menge röthlicher Planulae, die im Wasser frei umherschwammen. Ausser der geschlechtlichen Fortpflanzung findet fortwährend die Bildung von Stolonen statt, aus denen wieder neue Polypen hervorknospen.

Cornularia cornucopiae Schweig. — Fundort und Erscheinungszeit: Die Colonien dieser Polypenart, durch Stolonen verbunden, finden sich auf der oberen Fläche von Steinen und Felsen nicht selten. —

Zeit der Fortpflanzung: Die bislang beobachteten Cornularienpolypen waren sämmtlich männlichen Geschlechtes, und fand ich im Januar entwickelte Spermatozoen. Es wird also wohl Februar-März die Zeit der Fortpflanzung sein.

Subfamilia Alcyoninae.

Alcyonium palmatum Pallas. — Fundort und Erscheinungszeit: Die Fischernetze bringen nicht selten diese Alcyonarie aus grösseren Tiefen von 10—16 Faden Wasser. Der Polypenstock sitzt meist kleinen Körpern, wie Muschelfragmenten etc., auf und ist oft im Schlamme tief eingegraben. Alcyonium palmatum ist zu jeder Jahreszeit von den Grundnetzfischereien der Chioggioten zu erhalten. — Zeit der Fortpflanzung: Dieselbe findet im Sommer in den Monaten Juni und Juli statt. Die weiblichen Stöcke entleeren alsdann durch den Mund der Polypen ihre röthlichen undurchsichtigen Eier, welche sich von den Septen der Leibeshöhle losgelöst haben. Bei der Durchsichtigkeit der lebenden ausgedehnten Alcyoniumstöcke sieht man die Eier deutlich durchschimmern.

Ordo Zoantharia.

Subordo Actinaria Andres.)*

Familia Edwardsidae.

Edwardsia Claparedi Panceri. — Fundort und Erscheinungszeit: Dieselbe ist in grösseren Tiefen im Schlamm zu finden, aber im Ganzen nicht häufig in ausgewachsenem Zustande. Häufiger trifft man in dem durchgesiebten Schlamme aus 10—12 Faden Tiefe kleine Edwardsien von 2 Centimeter Grösse an, bei welchen es mir noch zweifelhaft geblieben, ob sie die Jugendform der Claparedi oder eine eigene Art darstellen. Die pelagisch lebenden Larven von Edwardsien, Arachnactis, kleinen Actinien gleichend, mit durchsichtigem Körper, finden sich häufig im Auftriebe, der in den Monaten Januar bis Juni gesammelt wird. Die Sprossung der Tentakeln an einem Pole der Kopfscheibe ist an denselben leicht zu beobachten.

Familia Actinidae.

Subfamilia Halcampinae.

Halcampa medusophila. nov. spec. — Fundort und Erscheinungszeit: Diese Halcampa, deren Form und Entwicklungsweise in dem „Bollettino della società di Scienze naturali in Trieste 1884“ beschrieben ist, wurde im Meere selbst noch nicht beobachtet, sondern aus Larvenformen im Aquarium erzogen. Die Larven finden sich parasitisch an freischwimmenden Hydromedusen der Gattungen Tima, Octorchis und Aequorea angeheftet, verlassen aber dann ihre Wirthe, um im Meeresgrunde zur Halcampa auszuwachsen. Diese Halcampalarve hat keine Conchula, wie die als Philomedusa

*) In der systematischen Anordnung der Familien und Gattungen bin ich Andres' Monographie der Actinien gefolgt.

Vogtii Müller beschriebene ähnliche Form. Die Halcampa selbst möchte vielleicht mit Halcampa chrysanthellum Peach synonym sein, zeigt aber doch einige Unterschiede von dieser nordischen Form. Die Larvenform findet sich in den Wintermonaten, die Auswachsung zur Halcampa findet im Zeitraum weniger Tage statt.

Subfamilia Siphonactininae.

Siphonactinia tricapitata Andres. — Fundort und Erscheinungszeit: Diese Siphonactinia nach Andres ist wohl nur die Mittelmeerform der von Gosse beschriebenen Peachia triphylla, obwohl Andres sie als besondere Art anführt. Diese Actinie ist verhältnissmässig selten auf den tieferen Schlammgründen zu finden und hält in Aquarien sich jahrelang. — Fortpflanzungsweise noch unbekannt.

Subfamilia Sagartinae.

Haliactis bellis Ell. = **Sagartia bellis** Gosse. = **Sagartia troglodytes** Heider. — Fundort und Erscheinungszeit: Ueberall auf den tieferen Gründen der Bucht von Triest meist leeren Muschelschalen aufsitzend und mit zahlreichen Fremdkörpern am oberen Theil der Körpersäule belegt. Hält sich gut in Aquarien und lässt sich in feuchten Algen weit versenden, da sich diese Actinie stark contrahiren kann. — Zeit der Fortpflanzung: Januar bis März und April. Die Genitalproducte liegen in den Septen auf weibliche und männliche Thiere vertheilt. Aus den weiblichen Actinien schlüpfen die Embryone in Planulaform in der Leibeshöhle aus und gelangen aus dem Munde nach aussen, um ein pelagisches Leben zu führen, ehe sie sich festsetzen.

Cylista viduata Müller. Syn. **Sagartia viduata** Gosse etc. — Fundort und Erscheinungszeit: Diese kleine Actinie kömmt nicht selten auf Steinen, Muschelschalen festsitzend in tieferem Wasser vor. Die langen, schmalen überhängenden Tentakeln sind sehr charakteristisch für diese Art. — Zeit der Fortpflanzung: Im December und Januar fand ich im pelagischen Auftriebe schwärmende Actinienlarven, demnach wird die Zeit der Entwicklung in den Spätherbst fallen Diese Larven setzten sich im Aquarium fest und trieben nach wenigen Wochen 7 Fangarme, die sich verlängerten und zwischen denen successive weitere Tentakeln sprossten. Nach einem Jahre hatten diese Exemplare der H. viduata erst circa 5—7 Millimeter im Durchmesser, was auf ein langsames Wachsthum dieser Art hinweist.

Adamsia Rondeletii D. Ch. = **Calliactis effoeta**, = **Sagartia parasitica** Johns. — Fundort und Erscheinungszeit: Häufig auf Murex brandaris und trunculus sitzend, bald mit der lebenden Schnecke, bald mit Paguristes maculatus vergesellschaftet. Die Varietät mit rostrothen Tentakeln ist selten. Der Acontien bald weiss, bald rosenroth, je nach den Individuen variirend. — Zeit der Fortpflanzung noch unbekannt.

Adamsia palliata Boh. — Fundort und Erscheinungszeit: Diese auch den atlantischen Ocean und die Nordsee bewohnende Art ist ebenfalls in der Adria bei Triest nicht selten auf den tieferen schlammigen Gründen. Kommt stets nur in Gesellschaft des in Naticagehäusen sitzenden Eupagurus Prideauxii hier vor. Doch lebt die Actinie, von der Schale abgelöst, noch längere Zeit, an andere Körper geklammert, in den Aquarien fort. — Zeit der Fortpflanzung: Ende Sommers und Beginn des Herbstes fand ich reife Eier in den Septen dieser Actinie.

Aiptasia mutabilis Grav. = **Cribrina punctata** Schmarda. = **Sagartia Penoti** Jourdan. — Fundort und Erscheinungszeit: Nicht selten in Felsspalten, aber auch an Holzpfählen und wie der Name treffend angibt, höchst veränderlich in Form und Färbung. Im Hafen von Triest fand sich eine erwähnenswerthe Varietät dieser Actinie, die durchsichtig, farblos, die Zeichnung der mutabilis nur schwer erkennen lässt. Die Farblosigkeit ist bedingt durch einen wesentlichen Mangel an jenen gelben einzelligen Algen, den Zooxanthellen*), die bei der gewöhnlichen Form in grösster Anzahl in den Entodermzellen auftreten. — Zeit der Fortpflanzung noch unbekannt.

Aiptasia diaphana Rapp. = **Adamsia diaphana** M. Ed. = **Actinia elongata** Grube. — Fundort und Erscheinungszeit: Im Hafen auf den Holzpfählen, namentlich Mytilusschalen aufsitzend, doch nur zur warmen Jahreszeit in grösserer Anzahl auftretend, im Winter fast gänzlich fehlend. — Zeit der Fortpflanzung: Im Sommer trifft man neben einzelnen grösseren Exemplaren ringsum eine grosse Menge ganz kleiner stecknadelknopfgrosser Actinien, indem diese Art vivipar ist, wahrscheinlich sogar ungeschlechtlich durch Knospung an den Septen oder an der Leibeswandung sich vermehrt. Ich beobachtete, dass im Aquarium kleine, von der Basis der Körpersäule sich abtrennende Stücke zu kleinen Actinien auswuchsen. Die geschlechtliche Fortpflanzung ist mir noch unbekannt geblieben.

Subfamilia Actininae.

Actinia equina Lin. = **Actinia mesembryanthemum.** Ell. = **Actinia rubra.** D. Ch. — Fundort und Erscheinungszeit: Diese Form ist überall und zu jeder Jahreszeit längs der Küste innerhalb der Fluthlinie an Felsen, Mauern etc. zu finden. — Zeit der Fortpflanzung noch unbekannt geblieben.

Actinia Cari D. Ch. = **Actinia concentrica.** Risso. — Fundort und Erscheinungszeit: Diese Form ist hier bei Triest in grosser Anzahl, namentlich auf dem westlichen Ufer bei S. Bartolo innerhalb der Fluthlinie, aber mehr am Grund auf kleinen Steinen sitzend zu finden.

*) Solche einzellige Algen fanden sich dagegen wieder in pelagisch im Januar gefischten planulaartigen Larven einer unbekannten Actinienart, die ganze innere Leibeshöhle erfüllend. Von Dr. Hatschek beobachtet.

— Zeit der Fortpflanzung: Reife Eier an einem Exemplar im Monate October beobachtet.

Anemonia sulcata Penn. = Actinia cereus. Ellis. = Actinia viridis· Forch. = Anthea cereus Gosse. — Fundort und Erscheinungszeit: Als diese häufigste Actinie in der Adria bei Triest, belebt sie alle Tiefen von der Küstenzone bis in die tieferen Schlammgründe, wo die grössten Exemplare sich finden. An der Küste findet man Felsen, an denen die Anemonien, dicht gedrängt aneinander sitzend, dieselben gänzlich bedecken. Kommt auch auf den Fischmarkt, da sie gegessen wird. — Zeit der Fortpflanzung: Die Anemonia ist getrennten Geschlechtes, und findet man reife Eier in den weiblichen Thieren im Juni und Juli. Die von den Autoren als besondere Art unterschiedene Anemonia cinerea Contarini = Anemonia Contarini Heller, welche sich auf den Zosterablättern, namentlich der Bucht von Muggia findet, halte für die Jugendform der „sulcata", da ich nie Geschlechtsproducte in den Septen auffinden konnte.

Subfamilia Bunodinae.

Bunodes gemmaceus Ellis. = Actinia verrucosa Pennant. = A. bimaculata Grube. — Fundort und Erscheinungszeit: Innerhalb der Küstenlinie, besonders an geschützten, viele Ulven enthaltenden Orten, nicht selten. In der Adria finden sich zwei Farbenvarietäten. Die eine ist einfach gelblichgrau mit intensiv weiss hervortretenden Warzenreihen. Es ist dies die Varietät „ochracea" von Andres in seiner schönen Monographie der Actinien. Die zweite Varietät ist rosenroth mit ähnlich gefärbten Warzenreihen, die Varietät „carnea" von Andres. — Zeit der Fortpflanzung. Bunodes gemmaceus ist vivipar, und wirft ihre jungen Actinien schon ziemlich gross, mit 6 bis 8 Fangarmen versehen, durch den Mund aus. Diesen Process beobachtete mehrmals im Winter, December und Januar, aber auch einmal im Monat Mai. Möglicherweise ist diese Fortpflanzungsweise an keine bestimmte Jahreszeit gebunden und beruht wahrscheinlich ungeschlechtlich auf Knospung an den Septen oder der inneren Leibeswandung, da ich auf Schnitten solcher, junge Actinien producirender Exemplare keine Geschlechtsorgane in den Septen wahrnehmen konnte.

Bunodes Ballii Cocks. = Bunodes clavata Gosse. Jourdan. — Fundort und Erscheinungszeit: Diese kleine Bunodes ist viel seltener als gemmaceus und lebt mehr solitär an Steinen auf 2—4 Faden Tiefe. Ich konnte bislang die vivipare Fortpflanzung an dieser Form nicht beobachten.

Bunodes rigidus Andres. = Bunodes glandulosa Otto. = B. rubripunctata Grube. — Fundort und Erscheinungszeit: Seltene Form und nur einige Male aus Muggia erhalten.

Subfamilia Cereactinae.

Cereactis aurantiaca D. Ch. = Actinia aurantiaca autorum. — Fundort und Erscheinungszeit: Die von Delle Chiaje zuerst als

Actinia aurantiaca beschriebene prachtvolle Art wurde von Grube auch im Quarnero aufgefunden und findet sich ebenfalls in der Adria an der istrischen Küste bei Rovigno und Pirano. Das Thier liebt flache Uferstellen mit Geröll. — Fortpflanzungszeit noch unbekannt. Reife Eier im Januar beobachtet.

Subfamilia Ilyanthinae.

Ilyanthus partenopeus Andres. = **Ilyanthus diaphana** Rapp. — Fundort und Erscheinungszeit: Unter den von den italienischen Fischern mittelst der Grundnetze aus der Tiefe heraufgebrachten mannigfachen Seethieren findet sich öfters auch eine Ilyanthusart, die ich als eine unbeschriebene Art erkannte und unter den Namen Ilyanthus Heideri in das Verzeichniss der Actinien eintrug. Seitdem habe aus der Monographie der Actinien von Andres erfahren, dass diese Art auch bei Neapel vorkommt und von diesem Autor als Ilyanthus partenopeus beschrieben und vortrefflich abgebildet wurde. Auch die hier vorkommende Ilyanthus hat die Eigenthümlichkeit in der Zahl der Tentakel grosse Variabilität zu zeigen, bis zum vollständigen Mangel dieser Organe. — Zeit der Fortpflanzung. Im Monat November und December mit reifen Eiern versehen, das Ausstossen derselben wurde indess nicht beobachtet.

Ilyanthus Mitchelli Gosse. — Fundort und Erscheinungszeit: Diese ganz genau mit der Beschreibung von Gosse übereinstimmende Ilyanthusart fand bislang nur zweimal unter den aus den tieferen Schlammgründen von den italienischen Fischern gebrachten Actinien. Hält sich im Aquarium ganz besonders gut.

Subfamilia Heteractinae.

Ragactis pulchra Andres. — Fundort und Erscheinungszeit: Auch diese höchst interessante an Tropenformen erinnernde Actinie, welche ich schon vor einigen Jahren aus Pirano durch gütige Vermittlung des Barons v. Lichtenstern erhielt, ist nun durch Andres in seiner Actinien-Monographie beschrieben und abgebildet worden. Diese Actinie kommt bei Pirano nur an einer beschränkten Localität vor, von wo sie mit dem Schleppnetz auf 10 Faden Tiefe heraufgezogen wurde. Im Aquarium dauert Ragactis längere Zeit aus und zeichnet sich durch geringe Beweglichkeit und Ausdehnbarkeit aus. — Zeit der Fortpflanzung noch unbekannt.

Familia Stichodactylidae.
Subfamilia Aurelianinae.

Aureliana augusta Gosse. — Fundort und Erscheinungszeit: Diese durch ihre verkümmerten knopfförmigen Tentakeln ausgezeichnete Actinie stimmt vollständig mit der von Gosse gegebenen Beschreibung überein. Die Tentakeln finden sich auch bei der adriatischen Form in zwei Kreisen und stellen kurze zweilappige Knöpfe dar. Wurde während 9 Jahren nur in zwei Exemplaren aus den tieferen Schlammgründen heraufgebracht, ist also eine seltene Art.

Familia Zoanthidae.

Polythoa arenacea D. Ch. — Fundort und Erscheinungszeit: Diese Zoanthide ist nicht selten auf Murexgehäusen, auch auf Steinen und anderen Gegenständen. Eupagurusarten sind oft die Träger solcher Colonien. — Die Fortpflanzungszeit ist noch unbekannt geblieben.

Sphenopus marsupialis? Steenstrup. — Fundort und Erscheinungszeit: Eine Zoanthide von geringer Grösse — die Polypen haben ausgedehnt nicht mehr wie 4—5 Millimeter Länge — findet sich auf der Unterseite von Steinen im Hafen. Die Colonien enthalten an 30—40 Einzelpolypen, die durch Ausläufer mit einander verbunden sind. Die Säule der Polypen ist mit kleinen Sandkörnern bedeckt, nur die Polypenköpfe, die viele Kreise kleiner dunkelbläulicher Tentakeln tragen, sind frei davon. Es möchte diese Form Sphenopus am nächsten stehen.

Familia Cerianthidae.

Cerianthus membranaceus. Edw. H. — Fundort und Erscheinungszeit: In sandigem Boden überall, besonders in der Bucht von Muggia, in der Algenzone tief hinabreichende Gänge bewohnend. Man kann hier zwei Hauptvarietäten unterscheiden. 1. Mit dunkelvioletter Körpersäule und ebenso gefärbtem äusseren Tentakelkranz, während der innere weiss oder leicht violet ist. 2. Mit bräunlich-gelbem Körper und weiss und gelb geringelten Tentakelkreisen — Zeit der Fortpflanzung: April, Mai und Juni, zu welcher Zeit man Eier und Sperma in den Septen dieser hermaphroditischen Actinie findet. Eine ausgewachsene Larve mit vier äusseren und zwei inneren kurzen Tentakeln (undurchsichtigem gelbröthlichem Körpergewebe) wurde im Monat Juli pelagisch gefischt und verwandelte sich im August in den kleinen Cerianthus, der im Monat December erst die Länge von einem Centimeter erreicht hatte.

Subordo Madreporaria.

Familia Perforata. Subfamilia Eupsammidae.

Balanophyllia Bairdiana Wood. — Fundort und Erscheinungszeit: Der einzeln lebende Steinkorall kommt auf 4—5 Faden Tiefe an der Oberfläche von Steinen festsitzend häufig vor. Der Polyp, respective die Weichtheile desselben sind von unansehnlicher, gelblich-bräunlicher Färbung. Fortpflanzungsverhältnisse noch unbekannt.

Familia Eporosa.

Cladocora cespitosa L. — Fundort und Erscheinungszeit: In der Tiefe von 4—8 Faden auf Geröllgründen und Nulliporenbänken nicht selten, besonders häufig in der Bucht von Muggia. Hält in Aquarien Jahre lang aus, ohne sich indess durch Knospung zu vermehren und

verliert dann alle Färbung ihrer Weichtheile. Mundscheibe, Tentakeln etc. bis zur vollständigen Durchsichtigkeit. — Fortpflanzungsweise noch unbekannt.

Cladocora astraearia Sars. — Fundort und Erscheinungszeit: An der unteren Fläche von Steinplatten am Leuchtthurmdamme gefunden. Eine bei Triest selten vorkommende Art.

II. Sub-Classe Acalephen.

Aus der Gruppe der Schirmquallen findet sich in der Adria eine nur beschränkte Anzahl von Arten. Diese werden aber öfters in grossen Mengen angetroffen, so namentlich in den Sommermonaten Mai, Juni und Juli Rhizostoma, wohl die häufigste Form. Von speciell dem Mittelmeer und vielleicht der Adria eigenthümlichen Arten sind nur Discomedusa lobata und Cotylorhiza zu nennen. Sämmtliche weitere Arten gehören auch dem atlantischen Meere und der Nordsee an.

Erwähnenswerth ist auch das Vorkommen von Lucernaria in der Adria bei Triest, welche Gattung mehr den nördlichen Meeren angehört. Die Acalephen sind, wie auch die Hydroidmedusen, besonders an der Meeresfläche zu finden, wenn die Nordostwinde reines klares Wasser in der Bucht geschafft haben. Sciroccalwetter und Regen sind stets ungünstige Witterung für den Fang dieser und der meisten pelagisch lebenden Thiere, mit Ausnahme der Copepoden welche stets das Meerwasser in allen Schichten erfüllen. Bei solchen Wetterverhältnissen, die eine unreine mit vielem Süsswasser gemengte obere Schichte des Meeres erzeugen, ziehen sich die Acalephen in die Tiefe zurück, wo sie sich an Algen und andere Gegenstände festklammern. Es gelang zuweilen mit dem Schleppnetz, die Thiere hervorzuziehen.

Die Acalephen haben wohl wenige Feinde, indessen wurden doch im Magen von Fischen, wie der seltenen Ausonia und von Orthagoriscus mola Massen von halbverdauten Quallen vorgefunden.

Interessant ist das bekannte symbiotische Verhältniss, das eine gewisse Anzahl junger Fische der Genera Stromateus, Caranx, Atherina und Gadus mit der grossen Rhizostoma eingehen. Man sieht dieselben entweder in unmittelbarer Nähe der Qualle oder selbst unter der Umbrella und zwischen den Tentakeln sich bergen, ohne dass die nesselnde Kraft der Nesselzellen, welche alle Theile der Qualle erfüllen und selbst dem Menschen bei Berührung Schmerz verursachen, ihnen den geringsten Schaden brächten.

Die polypären Zustände der Acalephen, die sogenannten Scyphistomen, sind nur von der Gattung Aurelia, Chrysaora und Cotylorhiza bekannt. Die Scyphistoma der Aurelia und Chrysaora hält in Aquarien viele Jahre aus und erzeugt jedes Jahr auf dem Wege der Strobila-Bildung junge Quallen, sogenannte Ephyren. Das angeheftete Ende der Strobila bleibt aber stets zurück, ausserdem entstehen vor und nach der Zeit der Strobila-Bildung durch seitliche Sprossung neue Scyphistomen, so dass solche Colonien nie ausgehen, so lange das Aquarium in gutem Stande bleibt.

Familia Ephyropsidae.

Nausithoe punctata Kölliker. — Fundort und Erscheinungszeit: Ausgewachsene Exemplare finden sich im pelagischen Auftrieb vom Juni bis in den October, aber nie häufig, eher selten. Die Ephyralarve ist im Mai und Juni zu finden. Reife Eier sind an den Nausithoen im August und September beobachtet.

Familia Pelagidae.

Chrysaora hyoscella Sch. — Fundort und Erscheinungszeit: Die grossen geschlechtsreifen Chrysaoren sind vom Monat Januar bis in den April keine seltene Erscheinung. Jüngere Quallen dieser Art zeigen sich schon im November und December. — Zeit der Fortpflanzung: Obwohl die Chrysaora hermaphroditisch ist, scheint doch eine wechselseitige Befruchtung stattzufinden, denn man findet im Februar und März öfters grössere Schwärme dieser schönen Qualle bei einander. Die befruchteten Eier entwickeln sich im Ovarium und in den genannten Frühlingsmonaten März und April schwärmen die Chrysaorenlarven als sogenannte Planulae in grosser Menge aus den Ovarien heraus. Diese Larven setzen sich innerhalb 8—14 Tage fest und treiben die Fangarme der Scyphistomaform. Letztere strobilisirt im September und October und stösst circa 8—12 Ephyren ab. Bei einzelnen Scyphistomen-Colonien findet im Herbst keine Strobilabildung statt.

Familia Cyaneidae.

Drymonema dalmatina Haeckel. — Fundort und Erscheinungszeit: In der Stationsammlung befinden sich seit vier Jahren eine grössere Anzahl von reichlich entwickelten sogenannten Mundgardinen, wie sie die Cyaneiden besitzen. Dieselben waren vor der Station im Meere treibend gefunden worden. Ebenso wurde einige Jahre später eine grosse Qualle, die einer Cyanea glich, in mehreren Faden Tiefe gesehen, konnte aber leider im Momente nicht heraufgefischt werden und war später verschwunden. Immerhin deuten diese Reste darauf hin, dass die von Haeckel beschriebene Drymonema dalmatina zuweilen auch in den nördlichsten Winkel der Adria verschlagen wird.

Familia Aurelidae (Ulmaridae Haeckel).

Discomedusa lobata Claus. = **Umbrosa lobata** Haeckel. — Fundort und Erscheinungszeit: Diese Qualle ist je nach den Jahrgängen bald nur vereinzelt, bald in etwas grösserer Menge im Hafen von Triest und dessen Umgebung in den Wintermonaten December, Januar, Februar, März, seltener noch im April zu finden. Junge Larven und Ephyren sind namentlich im Januar zu finden. — Die Zeit der Fortpflanzung ist im Februar und März, wenigstens trifft man alsdann grosse Exemplare mit reifen Gonaden an. Es gelang bis jetzt noch nicht, in den Zuchtaquarien die Eier der eingesetzten Quallen dieser Art zur Ausstossung und Fortentwicklung zu bringen, daher die Scyphistomaform noch unbekannt blieb.

Aurelia aurita Lin. — Fundort und Erscheinungszeit: Diese weit verbreitete Qualle ist in der Adria in grossen Exemplaren im Monat Februar bis April und Mai, sehr selten noch im Juni zu finden. An Grösse steht die adriatische Form der Aurelia aus der Nord- und Ostsee bedeutend nach und stellt eine kleinere Varietät derselben vor. — Zeit der Fortpflanzung. Reife Eier und ausschlüpfende Planulae sind im Frühjahr, März bis Mai, Juni, zu finden. Die Scyphostoma ist in den Aquarien leicht aufzuziehen und Jahre lang zu erhalten. Die meisten bilden im Monat October die Strobila. Die im October abgelösten Ephyren sind in circa 4 Monaten zur geschlechtsreifen Meduse erwachsen. In den Aquarien gelingt freilich die Aufziehung der Ephyren nicht; dieselben gehen nach einigen Wochen sämmtlich ein.

Familia Rhizostomidae.

Rhizostoma pulmo L — Fundort und Erscheinungszeit: Diese Acalephe ist die häufigste und grösste Form in der Adria bei Triest, die man in einzelnen Exemplaren in allen Monaten des Jahres zu beobachten Gelegenheit hat. Indessen sind doch die Monate Juni, Juli und August die Zeit, wo die Rhizostoma in grossen Schwärmen auftritt. Die Rhizostoma, wie die Cotylorhiza, sind Acalephenarten, die die Sommerwärme lieben, was vielleicht auf ihre Einwanderung aus südlicheren Meeren zu deuten ist. — Zeit der Fortpflanzung: Reife Eier finden sich im August und September in den Ovarien, ebenso haben die männlichen Thiere, die sich schon durch etwas abweichende Färbung der Mundarmfranzen auszeichnen, zu dieser Zeit entwickelte Samenzellen. Die Scyphistomaform konnte bis anhin weder gezüchtet, noch im Meere aufgefunden werden. Sehr kleine Larven wurden im Monat Juli aufgefangen, seltener findet man auch im Januar kleine Rhizostomen.

Cotylorhiza tuberculata L. = **Cephea Wagneri,** Will, = **Cassiopea borbonica.** Delle Chiaje. — Fundort und Erscheinungszeit: Diese schöne Acalephe ist in der Adria manche Jahre gar nicht anzutreffen, in anderen Jahrgängen hingegen vereinzelt oder sogar nicht selten. Stets tritt dieselbe nur in den Monaten Juli, August und September auf. Kleine Cotylorhizen sind besonders im

Juli und August anzutreffen. Die bereits bekannte Scyphistomaform wurde hier noch nicht aufgefunden. Nach Schätzung der Zeit, in welcher die Ephyren gefunden wurden, muss die Strobila-Bildung im Juli stattfinden.

Familia Lucernaridae.

Lucernaria campanulata Johnston. — Diese mehr nördlichen Meeren angehörende Form der Lucernariden wurde auch in der Adria vor einigen Jahren von mir aufgefunden. Merkwürdigerweise konnte man dieselbe bis anhin nur an einer beschränkten Localität in der Nähe der Station auf Cystoseirenalgen festgeheftet nachweisen, indem alles Suchen nach weiteren Fundorten erfolglos blieb. Die Lucernaria campanulata ist nur in den Monaten Mai und Juni anzutreffen. Ende Juni findet man sehr grosse Exemplare mit reifen Eiern. Die Zucht der Lucernarie in den Aquarien ist schwierig und konnten bislang die Eier nicht zur Ausstossung und Entwicklung gebracht werden.

Lucernaria salpinx Clark. — Eine zweite Lucernarienart, die mit der von Clark beschriebenen Lucernaria salpinx Aehnlichkeit hat, indessen durch die ungemeine Länge des Körperstieles sich auszeichnet, wurde im vergangenen Sommer an derselben Stelle, wo die Lucernaria campanulata vorkommt, ebenfalls an Cystoseiren vorgefunden, und zwar im Juni und Juli.

III. Sub-Classe Hydroideae.

I. Ordo Hydroidea.

Die Hydroideen oder Hydroidpolypen bilden, was Zahl der Gattungen und Arten betrifft, den Hauptbestandtheil der eigentlichen Coelenteraten im Golfe von Triest. In grösster Anzahl finden sich ihre zierlichen Polypenstöcke an Steinen, Holzwerk und Algen emporrankend, während die von denselben sprossenden Quallen alle Wasserschichten der See bevölkern. Es ist bislang nur in wenigen Fällen gelungen, von der geschlechtlichen Medusengeneration die entsprechende Polypenamme aufzufinden. Dieser Uebelstand und der stark entwickelte Polymorphismus und die Metamorphose bietet die grössten Schwierigkeiten für die systematische Gruppirung dieser Thiere. Stellt man dieselben allein nach den medusoiden freilebenden Geschlechtsthieren zusammen, als der höchsten zu erreichenden Entwicklungsstufe, so fallen ganze Familien, die nur sessile medusoide Gemmen aufammen oder durch Geschlechtsproducte, im Innern der Leibeshöhle entstanden, sich fortpflanzen, aus der Gruppirung heraus.*) Eine Systematik

*) Das Medusenwerk Ernst Haeckel's, welches mir bei der Bestimmung der medusoiden Formen gute Dienste leistete, ist diesem Princip gefolgt und hat nur die medusoiden Generationen der Hydroidpolypen systematisch behandelt.

der Hydroideen nach den Hauptformen des polypoiden Metamorphosenzustandes lässt noch am ehesten eine Uebersicht der ganzen Classe gewinnen. Die Formen, die nur eine medusoide Metamorphose durchlaufen, wie die Trachymedusen, Narcomedusen, sind alsdann in eine besondere Unterordnung zusammenzufassen.

Was die Erscheinungszeit der Hydroiden betrifft, so ist im Allgemeinen zu bemerken, dass dieselben sich vorwiegend in der wärmeren Jahreszeit entwickeln, namentlich alle die Formen, die in geringerer Tiefe sich vorfinden. Einige Polypenstöcke gehen im Herbst ganz ein, aber eine Reihe von Gattungen verharrt die kältere Jahreszeit in einem noch wenig berücksichtigten Zustand.

Von den Stöcken gehen nämlich sämmtliche Zoïden ein und es bleibt nur die chitinöse Ausscheidung des Ectoderms, das Perisarc mit dem von demselben umschlossenen Achsentheil oder Coenosarc zurück, welches an den Endpunkten durch eine dünne Membran sich nach aussen abschliesst. Die Wimperung im Inneren des Achsencanales zeigt allein noch an, dass Leben in dem Polypenstamm vorhanden ist.

Mit der wärmeren Jahreszeit bilden sich wieder die Zoïden durch Sprossung aus den Enden des Coenosarcs und neues Wachsthum geht im ganzen Polypenstock vor sich. Diese Art von Einkapselung oder Ruhezustand beobachtete ich bisher direct nur bei Eudendriden, Tubulariden und Podocoryne, doch werden wahrscheinlich ähnliche ruhende Zustände auch bei manchen anderen Hydroidpolypen stattfinden. Die grösseren Polypenstöcke von Halecium, Antennularia etc. waren im Herbst meist ohne Zoïden. Da dieselben aber schon im ersten Frühling solche besitzen und diese grossen Polypenstöcke jedenfalls mehrjährig sind, ist ein ähnliches Verharren derselben im Winter vorauszusetzen.

Manche Hydroidpolypen, wie z. B. Cladonema, erhalten sich in den Aquarien fortwährend durch seitliche Sprossung und produciren lange Zeit hindurch Quallen. Viele Polypenstöcke erschöpfen sich indess durch die Quallen- und Gemmenproduction und gehen ein. Da die medusoiden Geschlechtsthiere aber rasch wachsen und bald wieder aus ihren Eiern die Polypengeneration entsteht, können sich die Generationen solcher Arten im Jahre wiederholen. Man trifft auf diese Weise junge medusoide Geschlechtsthiere in auseinanderliegenden Jahreszeiten im pelagischen Auftrieb an.

Viele Hydroidpolypen haben aber entschieden nur eine Periode des Jahres, in welcher sie wachsen und ihre Gemmen treiben. So z. B. Podocoryne, dann die Campanularien, viele Plumularien, Sertularien.

Eine eigenthümliche Art von Association bilden manche Hydroidstöcke, indem sie sich um den Stamm anderer Stöcke herumwinden, ähnlich wie im Pflanzenreich die Winden, so eine Lafoëa um die Aglaophenia octodonta, oder an dem Stamm anderer Arten festwurzeln und ihre Zweige in die Höhe treiben, z. B. eine Sertularie auf Antennularia. Die verschiedenen Hydroidpolypenstöcke wählen sich ihre besonderen Standorte oder Befestigungspunkte aus. Bekannt ist das Vorkommen von Podocoryne carnea auf den Schalen der lebenden Nassa reticulata. Zuweilen kommt derselbe Polyp auf der Schale von Murex brandaris und trunculus vor, stellt alsdann aber eine Varietät vor. Eine Coryneart kommt nur auf Rissoa hier vor. Aglaophenia pluma ist bei Triest nur auf Cystoseirenarten zu finden. Tubularia mesembryanthemum und Eudendrium ramosum, Plumularia halecioides All. siedeln sich mit Vorliebe an Holzwerk, Pfählen, Bootsplanken etc. an. Die grösste Anzahl der Hydroidpolypen setzt sich an Steine fest und zwar an der Unterseite etwas hohlliegender Felsenstücke und an Algen, Zostera, Sabellenröhren etc. an. Alle diese Standorte, wie auch das Reiten auf Mollusken haben den Zweck, die Colonien vor der Verschlammung zu schützen und dahin zu postiren, wo stets kleine Seethiere, namentlich Copepoden, zu ihrer Nahrung vorhanden sind. An den Küstenregionen, die theils durch felsigen Boden, theils durch fortwährende Bewegung des Wassers weniger der Schlammablagerung ausgesetzt sind, findet man die Stöcke mancher Arten frei an der Oberseite von Steinen befestigt.

So wenige Feinde der Anthozoen sich auffinden liessen, so zahlreiche weisen die Hydroiden, besonders die festsitzenden Generationen auf. Es sind namentlich kleine Crustaceen und Mollusken, welche denselben nachstellen. Von den Crustaceen sind vornehmlich die Caprelliden zu nennen, welche durch ihre Organisation zum Klettern zwischen den Zweigen der Polypenstöcke eingerichtet, die Zoïden wegfressen. Auch gewisse Gattungen der Gammariden wie Probolium, Podocerus findet man stets zwischen den Eudendriden und Tubularienstöcken und stehen daher im Verdachte, den Polypen nachzustellen. Indessen wäre es möglich, dass sie nur an den, die Chitinröhren massenhaft

besetzenden Algen weiden. Unzweifelhafte Feinde sind dagegen wieder die Nudibranchiaten der Gattungen Doto, Hermaea, Tergipes und Aeolidia mit ihren Untergattungen. Ferner Polycera und einige kleine Doriden. Jede dieser Nacktschnecken weidet an besonderen Hydroidpolypen. So z. B. Doto, Hermaea, Tergipes an Obelien, die Acolidien an Eudendrium, Polycera an Tubularien etc. Pycnogoniden, namentlich Nymphon, leben ebenfalls im ausgebildeten, wie im Larvenzustand, auf Kosten der Hydroidpolypen. Den medusoiden Formen stellen eine Anzahl Fische aus der Familie der Scomberiden und Coryphaeniden nach, die sich speciell von Medusen ernähren, so namentlich Ausonia und Stromateus. Ausser diesen Fischen sind aber auch die grösseren Formen der Hydroidmedusen, Acalephen und Ctenophoren heftige Feinde der kleineren Arten.

Von Parasiten der Hydroideen sind die Larven der Pycnogoniden hervorzuheben, ausserdem ist eine kleine Actinie zu nennen, welche an den Hydroidquallen der Genera Tima und Aequorea und zwar meist am unteren Theile der Scheibe und am Magenstil sitzt. Diese Actinie zeigt indess keine reifen Generationsproducte in den Mesenterialfalten und ist eine Jugendform der Gattung Halcampa.

1. Unterordnung Tubulariae.

I. Familie Claviдae.

Clava squamata Müller. — Fundort und Erscheinungszeit: Diese Form kommt nur selten in tieferem Wasser an der Unterseite hohlliegender Steine vor. Die Claviden scheinen überhaupt mehr den nordischen Meeren anzugehören. Im Frühjahr wurden sessile Geschlechtsgemmen an diesen Stöcken beobachtet.

Tubiclava cornucopiae Norman (**Merona cornucopiae** (Norman). — Fundort und Erscheinungszeit: Die trompetenförmigen Chitinbecher, welche diesen Polypen beherbergen, finden sich auf den tieferen Schlammgründen (6—9 Faden), auf den Schalen von Dentalium, Natica und anderen Mollusken. Im Januar und Februar finden sich neben geschlechtlos bleibenden Polypen solche, die zu Gonoblastidien umgewandelt sind und an der Stelle der Tentakeln, und zwar einer kleineren Anzahl derselben, die Gonophoren tragen. Die Tentakel selbst, d. h. etwas kürzere Reste derselben, sind zum Träger der Geschlechtsorgane geworden. Die beobachteten Exemplare trugen meist 4 Eier in jeder Gonophore.

Familie Hydractinidae.

Podocoryne carnea Sars (**Cytaeis exigua** Haeckel). — Fundort und Erscheinungszeit. — Diese Hydroidpolypencolonie ist überall

am Strande auf den Schalen der lebenden Nassa reticulata Lin. zu finden und zwar das ganze Jahr hindurch. Indessen sind die Polypenstöcke in den Sommermonaten ohne Hydranthen auf das Stolonengeflecht und die Perisarkröhren des Hydrosoms beschränkt. Auch auf den Schalen von Murexarten, die von Paguren bewohnt sind, findet sich eine etwas grössere Form von Podocoryne, dessen medusoide Form aber ebenfalls nur 4 Randfäden zeigt. — Zeit der Fortpflanzung: Im Frühjahr den Monaten Februar bis Mai entwickelt sich die Colonie wieder stärker, und bildet sich an den Geschlechtspolypen durch Knospung die medusoide Form, die sogenannte Cytaeis exigua Haeckel's, die durch die Anwesenheit von nur 4 Randfäden auszeichnet, während die nordische 8 Randfäden hat. Auch die ausgewachsene Meduse mit reifen Gonaden hat nur 4 Randfäden und ist im pelagischen Auftrieb im Sommer und Anfangs Herbst anzutreffen. Es sei aber hier gleich noch bemerkt, dass im pelagischen Auftriebe im Sommer sich eine ganze Anzahl kleiner Quallen findet, die zu der Familie der Cytaeiden Haekel's zu rechnen sind, an denen aber die Zahl der Randfäden allein verschieden, sonst keine Unterschiede zu finden sind. Man findet so Cytaeisformen mit 2 Randfäden und 2 Tentakelbulben, dann mit 3 Randtentakeln und 1 entwickelten Bulbus derselben, endlich mit 4, mit 8, ja mit 16 Randfäden. Die Gestaltung des Magensackes und der 4 kurzen unverästelten Mundgriffel blieb sich bei allen diesen verschiedene Randtentakelzahl tragenden Cytaeiden gleich. Es wäre nun zu denken, dass die Formen, welche weniger oder über vier Randtentakel haben, entweder ganz junge oder in letzterem Falle ältere Thiere wären. Allein um die Aufklärung, ob wir es hier mit besonderen Arten oder Gattungen, oder nur mit Varietäten zu thun haben, die möglicherweise einer Colonie von Polypen entsprungen sein könnten, noch mehr zu verwirren, finden wir geschlechtsreife, ganz kleine Medusen mit nicht einmal 4 Randtentakeln und bald geschlechtsreife, bald sterile Medusen, unter ihnen mit höherer Randfädenzahl. Erst weitere Untersuchungen durch Aufzucht der medusoiden Form der Podocoryne werden über diese Verhältnisse Aufschluss geben können.

Thamnostoma dibolia Haeckel (**Lizzia dibalia** Busch). — Fundort und Erscheinungszeit: Diese Medusenform, welche schon Busch in Triest beobachtete und die ich hier zu den Hydractiniden einreihe, weil diese medusoide Form mit den Cytaeiden nahe verwandt ist, kommt ziemlich selten im October im pelagischen Auftriebe vor. Zu dieser Zeit waren auch schon reife Eier in den Gonaden zu beobachten. Die Polypenform ist noch unbekannt. Ganz kleine Thamnostoma mit nur 4 ausgebildeten Randtentakeln fanden sich Anfangs October, so dass die Medusensprossung wohl im September stattfinden wird.

Familie Eudendridae oder Bougainvillidae.

Eudendrium ramosum L. — Fundort und Erscheinungszeit: Dieser grosse schöne Polypenstock ist im Hafen von Triest an den Holzpfählen in grosser Anzahl fast das ganze Jahr hindurch anzutreffen.

Doch wird man in kälteren Wintern, im Januar und Februar nur wenige Stöcke antreffen, die die Polypenköpfe (Hydranthen) tragen, wie schon in der Einleitung bemerkt wurde. Die grösste Entwicklung zeigt Eudendrium in den wärmeren Monaten und findet man zu dieser Zeit von Mai an die Gonophoren, die in wenigen Wochen sich entwickeln. Die medusoide Gemme setzt sich sofort nach seiner Ausbildung fest.

E. racemosum Cavolini.= Eudendrium racemosum Weismann. — Fundort und Erscheinungszeit: Auch diese von Weissmann wieder näher beschriebene Form kommt neben dem E. ramosum im Hafen von Triest vor. Auffallend ist aber die verhältnissmässige Seltenheit dieser Art, ferner die Erscheinung, dass nicht alle Hydranthen eines Stockes diesen Wehrfortsatz tragen. Vielleicht liegt hier ein Fall von Dimorphismus vor!

Eudendrium humile Allm. **E. insigne** Hinks. — Fundort und Erscheinungszeit: Auch diese kleinere Eudendriumart kommt hie und da in etwas tieferem Wasser an Felsen, aber auch an Holzwerk vor. Die Gonophoren sind nur im Sommer zu finden.

Bougainvillia muscus Allm. — Fundort und Erscheinungszeit: Eine Bougainvillia mit muscus Allm. verwandt, aber durch zahlreiche fadenförmige Stolonen, die sich vertical von den Seitenästen und dem Hauptstamme erheben, etwas verschieden. Von Hinks wurde eine ähnliche Varietät beobachtet. Ferner hat diese Form nur 12 Tentakeln. Diese Bougainvillia wurde im Sommer auf treibendem Sargassum aufgefunden. Die medusoide Form, die sogenannte Margelis, entsteht im September durch Knospung unterhalb des Hydranthen und hatte eine domförmige Umbrella, einen kurzen Magensack mit 4 kurzen noch unverästelten Mundgriffeln. Am Rande der Umbrella sassen 4 Tentakelbulben mit je 2 Tentakeln und 2 Ocellen. Die Tentakeln waren ungefähr von der Länge des Scheibendurchmessers, wenn ausgedehnt. Von der Gattung Margelis Steenstrup, kleinen craspedoten Medusen, welche die medusoide Form der Bougainvillia darstellen, kommen im pelagischen Auftrieb bei Triest im Herbst (October), seltener im Frühjahr eine Anzahl Formen vor. Dieselben beschreibe ich hier in Kürze, um die Variabilität derselben namentlich in Bezug auf die Randtentakel und die dazu gehörigen Organe zu zeigen. Die Polypencolonie, einer Bougainvilliaart angehörend, ist mir noch unbekannt geblieben.

Margelis I. Form. — Kleine Quallen von nur 1·5 Mm. Länge und Breite. Umbrella breit, glockenförmig gegen den Rand am dicksten, oben etwas abgeplattet. Magensack mit deutlichem Stiel und vier in der Wandung derselben befindlichen reifen Gonaden. Mund einfach rundlich und vierkantig, je nach Contraction desselben. Die Mundtentakeln bestehen aus zwei Paaren einmal dichotom verästelter Mundtentakeln mit Nesselknöpfen am Ende derselben. Innere Lage der Mundtentakeln von einer Reihe grosser chordaähnlicher Entodermzellen eingenommen. Randtentakel noch gar nicht entwickelt, nur die 4 Bulben mit je einem Paar kurzer Tentakelanlagen und je zwei Ocellen.

Margelis II. Form. — Grösse, Umbrella, Magensack und Mundtentakel wie bei der vorhergehenden Form. Entwickelte Randtentakel nur drei. An einem Tentakelbulbus 2 entwickelte Tentakel, an den anderen nebenstehenden 1 Randtentakel und kurz Anlage eines zweiten. Auf den zwei anderen Bulben, und zwar den gegenüberstehenden, nur kurze Tentakelanlagen.

Margelis III. Form. — Grösse 2 Mm. Umbrella und Mundtentakel wie bei den beiden eben beschriebenen Quallen, nur sind die Mundtentakel etwas tiefer dichotom gespalten. Zwölf Randtentakel. An jedem der 4 Tentakelbulben 3 Randfäden und 3 Ocellen. Bulben von derselben Form und Farbe wie bei I und II, nämlich bei durchfallendem Licht schmutziggrün, bei auffallendem Licht perlweiss.

Margelis IV. Form. — Grösse 2·5 Mm. Umbrella höher wie breit, an dem Scheitel stark verdickt eine Art Kuppe bildend. Magensack noch ohne entwickelte Gonaden, Mundtentakel zweimal dichotom gespalten, also mit 4 Nesselknöpfen an jedem Tentakel, Randtentakel sechs. Ein Bulbus ohne deutliche Anlage von Tentakeln, die 3 anderen Tentakelbulben mit je zwei Randtentakeln und je zwei Ocellen.

Margelis V. Form. — Grösse 1 Mm. Umbrella rundlich glockenförmig, überall gleich dick. Gonaden am Magensack entwickelt. Mundtentakel zweimal dichotom gespalten, die eine Abspaltung aber noch kurz. Radiärgefässe vier wie bei den übrigen vier Formen, aber am Scheibenrande 8 Tentakelbulben, wovon aber nur 2 einen Tentakel an denselben tragen. Diese zwei Bulben, ein radialer und ein perradialer stehen nebeneinander. Alle übrigen Bulben sind höchstens mit Anlagen von Tentakeln in Form kurzer Warzen versehen.

Diese sämmtlichen fünf Margelisformen scheinen nun doch nach der übereinstimmenden Form der Nesselkapseln, sowie nach dem Pigmente der Tentakelbulben zu einer Art zu gehören, die bei der Knospung sich verschieden ausbilden und auch später noch nach der Freiwerdung einen anderen Entwicklungsgang einschlagen. Es erschwert dies ungemein die Classification dieser polymorphen Craspedoten und wird man sich genöthigt sehen, durch genaue Vergleichung der histologischen Elemente, besonders der charakteristischen Nesselkapseln etc. die Zusammengehörigkeit dieser Formen zu constatiren. Diese Elemente lassen auch die Amme, respective den Polypenstock, dem eine medusoide Form angehört, eher auffinden, so lange die directe Beobachtung der Knospung fehlt.

Perigonimus Steinachi Jickeli.*) — Fundort und Erscheinungszeit: Diese Form findet sich einzeln auf Bryozoenstöcken, Muschelschalen bei Triest. Es möchte diese von Jickeli beschriebene Form indessen doch mit Perigonimus palliatus oder sessilis Wright zusammenfallen. Die Bildung von Gonophoren wurde nicht beobachtet.

Perigonimus repens S. Wright. — Fundort und Erscheinungszeit: Ist eine nicht häufige Form, wie alle Perigonimusarten hier in der Adria. Es fand sich nur einmal eine kleine Colonie auf einer Murexschale. Im Mai entwickelten sich die medusoiden Knospen von bedeu-

*) Morphologisches Jahrbuch. Bd. VIII, pag. 617.

tender Grösse an dem Stamme, welcher die Polypen trägt. Hierher gehört wahrscheinlich die Sarsia ocellata Busch, Dinema ocellatum Haeckel als medusoide Form, doch wurde die Beobachtung nicht direct gemacht, da die Knospen, ohne sich weiter zu entwickeln, eingingen.

Dicodonium adriaticum nov. spec. Hierher gehört auch eine craspedote Qualle, die im pelagischen Auftrieb vom October sich vorfand und wahrscheinlich auch von einer Perigonimus oder verwandten Polypenform abstammt. Die Qualle lässt sich in Kürze folgendermassen charakterisiren: Umbrella glockenförmig mit einem kleinen conischen Scheitelaufsatz, mit vielen kleinen Bläschengruppen übersäet, die derselben ein punktirtes Ansehen verschaffen. Magensack kurz, sitzend mit vier verdickten Partien, die wohl die Gonaden darstellen. Mund einfach und lappig. Vier Radiärgefässe, vier Tentakelbulben und zwei weitere perradiale Anlagen von Tentakelbulben. Randtentakel nur zwei entwickelt mit stark verdickter Basis, die Länge der Umbrella um das Dreifache übertreffend. Ueber diesen zwei Tentakeln am Bulbus derselben ein carmoisinrother Ocellus, dessen Rand ringsum mit langen steifen Sinneshaaren besetzt ist. An den zwei alternirenden Tentakelbulben, deren Tentakel nicht zur Entwicklung gekommen sind, findet sich ebenfalls ein kleiner rother Ocellus. Grösse: 4 mm. Länge, 3·5 mm. Breite der Umbrella.

Familia Corynidae.

Coryne spec. ♀ — Fundort und Erscheinungszeit: Im Januar und Februar findet man auf den Gehäusen kleiner Rissoaarten nahe der Station zwischen Zosterapflanzen eine kleine Coryneform, die im äusseren Habitus grosse Aehnlichkeit mit Coryne pusilla Gärtner hat. Sie unterscheidet sich aber von dieser letzteren Art durch die Stellung der Gonophoren, die nicht am Hydranthen selbst, sondern unmittelbar darunter am Hydrocaulus hervorsprossen. Meist ist nur ein Gonophor an einem Hydranthen, doch sitzen zuweilen auch ein Paar dicht nebeneinander an der Chitinscheide des Hydrocaulus. Auf jeder Rissoaschale sitzt meist nur eine kleine, durch Stolonen verbundene Colonie mit 8—12 Hydranthen, da die kleine Oberfläche des Rissoengehäuses nicht viel Raum bietet. Beschreibung und Feststellung dieser Art kann erst nach weiterer Verfolgung der Entwicklung der Gonophoren geschehen, was bis dahin nicht glückte, und soll hiermit nur auf diesen Hydroidpolypen aufmerksam gemacht werden.

Sarsia clavata Keferstein und **Syncoryne clavata** nov. spec. — Fundort und Erscheinungszeit: In den Monaten Mai und Juni findet sich häufig im Oberflächenwasser des Golfes eine kleine Sarsia, die durch ihren einige Centimeter langen, mit Quallensprossen besetzten Magenstiel auffällt. Die Beschreibung, welche Keferstein von seiner in S. Vaast aufgefundenen Sarsia clavata gibt, stimmt noch am besten mit dieser adriatischen Art zusammen, nur ist die Glocke mehr länglich, eher höher wie breit, Differenzen, die übrigens mehr vom Contractionszustand der Umbrella herrühren, als die Qualle beobachtet und gezeichnet wurde. Die Bildung der Randtentakeln stimmt

vollständig mit Keferstein's Beschreibung überein und ist von den meisten Sarsia-Arten verschieden. Sie erinnert an die Form der Tentakel, wie sie Haeckel von seiner Gattung Dipurena entwirft. Zeit der Fortpflanzung: Die ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Sprossung von Quallen am Magen, die ebenfalls wieder Quallen am Magenrohre knospen lassen, fällt in den Monat Mai und Juni. Zu dieser Zeit reifen auch die Eier in den Gonaden, die den Magen schlauchförmig umgeben. Die Syncoryneform, welche aus diesen Eiern entsteht, fand ich im Monat October auf Suberites massa aufsitzend mit Stolonen, die tief im Gewebe des Schwammes versenkt waren. Die Hydranthen sind fast allein von der ganzen Colonie sichtbar. Diese sind nur 2—3 mm. lang und haben eine keulenförmige Gestalt mit vier Kreisen von je vier geknöpften Fangarmen. Das Hypostom ist zwischen den obersten vier Tentakeln gelegen und ist kegelförmig. Die Fangarme sind steif und kurz und wie der Hydranthenkörper selbst von einem chitinösen Perisarc umhüllt. Die Achse bilden eine Reihe von elastischen Entodermzellen, wie bei so vielen Hydroidpolypen. Der Arm selbst enthält keine Nematocysten, hingegen sind in dem rundlichen Endknopf eine grosse Anzahl solcher Waffen centrisch gruppirt. Diese Nesselzellen sind zweierlei Art, 25 bis 30 kleinere und 4—5 grössere von derselben rundlich-ovalen Form mit einem gabelig gespaltenen Nesselfadenschaft und den darum geschlungenen Faden. Bei der Ausstülpung des letzteren zeigt die Kapsel ein deutliches Deckelchen. Jede Nematophore ist mit einem Cnidocil versehen. Der kurze Hydrocaulus und die vielfach anastomosirenden Stolonen bieten nichts Abweichendes von anderen Syncoryniden dar und sind unregelmässig geringelt. An diesem Polypenstock entstanden durch Sprossung zwischen den zwei letzten Tentakelkreisen die jungen Sarsien, auf die gewöhnliche Weise einer ursprünglichen Ausstülpung sämmtlicher Zelllagen der Leibeswandung und späterer Differenzirung der einzelnen Medusenorgane. Ist die Qualle reif zur Abtrennung, wobei sie dem Hydranthen an Grösse fast gleich steht, so reisst die chitinöse Knospenhülle durch, und die vier Randtentakeln entfalten sich nach aussen. Die Glocke der kleinen Qualle fängt nun an, Schwimmbewegungen auszuführen, und schliesslich bricht der kurze dünne Verbindungsstrang, der sie mit dem elterlichen Thiere noch verband, durch und der Planoblast schwimmt frei davon. Dieser zeigt nur einen kurzen Magensack, aber bereits vier Radialgefässe und vier Randtentakel. Letztere haben bereits den charakteristischen Endknopf und auch zuweilen schon einen Nesselzellenring. Die Stellen der weiteren Nesselzellenringe sind durch einzelne Nesselkapseln angedeutet. Diese Nesselkapseln haben die gleiche Form, wie die des Polypen. Wahrscheinlich findet im Frühjahre noch eine zweite Sprossung an dem Polypen statt, da man im Auftrieb zu dieser Zeit noch kleine Sarsien antrifft.

Syncoryne (Coryne) Graeffei Jickeli. — Fundort und Erscheinungszeit: Unter dem Namen Coryne Graffei beschreibt Jickeli in dem morphologischen Jahrbuch, Band VIII, pag. 607 eine Corynide, die sich in einem Aquarium der zoologischen Station vorfand. Jickeli

spricht von einer Medusenknospe, die zwischen den Tentakeln des Hydranthen hervorsprosst und müsste in diesem Falle der Polyp zur Gattung Syncoryne gestellt werden. Der Polyp mit seiner Knospe fand sich im Monat September.

Cladocoryne floccosa Rotsch. — Fundort und Erscheinungszeit: Diese ausgezeichnete Corynidenform fand sich im Sommer an schwimmendem Sargassum linifolium. Die Gonophoren Sporosac's darstellend entwickeln sich ebenfalls zu dieser Zeit im August und September.

Gemmaria implexa Allm. **Tubularia implexa** Alder. Zanclea implexa Alm. — Fundort und Erscheinungszeit. Findet sich nicht selten auf verschiedene Gegenstände, wie Spongien, Muschelschalen etc. in tieferem Wasser angeheftet und ist zu jeder Jahreszeit anzutreffen. Die höchst eigenthümliche medusoide Form, die mit Zanclea Gegenbaur verwandt ist, aber stets nur zwei entwickelte Randtentakeln mit den langen gestielten Nesselknöpfen besetzt zeigt, knospt im Frühjahr und wahrscheinlich noch ein zweites Mal im Sommer, da man im pelagischen Auftrieb diese Qualle noch im October und November findet. Direct beobachtet wurde die Knospung nur im April und Mai. Im Juni und Juli hat die medusoide Form reife Geschlechtsproducte in den Gonaden. Die Qualle macht keine Metamorphosen durch, indem schon ganz kleine, eben abgelöste Thiere die Form der ausgewachsenen zeigen.

Familia Cladonemidae.

Cladonema radiatum Dujardin. — Fundort und Erscheinungszeit: Diese Cladonemide findet sich häufig im Hafen von Triest, namentlich an Ulven in der wärmeren Jahreszeit bis tief in den Winter, im Frühjahre seltener. Die Knospung der medusoiden Form beobachtete vom Juli bis in den December. In den Aquarien, wo diese Polypenform sich gut hält, kann man Monate lang die Entwicklung der Medusen beobachten. Die abgelösten Planoblasten sitzen mit Vorliebe auf den Ulven und den Glaswänden der Aquarien mit den Randtentakeln angeklammert und schwimmen nur selten. In circa vier Wochen ist die Qualle ausgewachsen und hat reife Gonaden.

Eleutheria dichotoma Quatrefages (**Clavatella prolifera** Hinks). — Fundort und Erscheinungszeit: Auf Ulven im Sommer, Juli bis September, nicht selten, die kleinen Polypenstöckchen, auf die man erst aufmerksam wird, wenn die zu derselben Zeit frei werdende medusoide Form erscheint. Hier in Triest ist die Subspecies Eleutheria hexanema Haeckel's am häufigsten. Sie vermehrt sich sofort durch Knospung weiterer Quallen am Scheibenrande. Nach 3—4 Wochen entwickeln sich die Generationsstoffe im oberen Scheibentheil der Qualle. Auch diese Eleutheria ist mit Leichtigkeit in den Aquarien aufzuziehen.

Familia Pennaridae.

Tiarella singularis Eil. Sch. — Fundort und Erscheinungszeit: Auf Cystoseiren in der Nähe der Station, aber nur im Frühjahre, März

und April bis Mai. Die Gonophorenbildung ebenfalls im Frühjahre. Die Sporosac's unter 50 Exemplaren zeigten nur Sperma und Spermamutterzellen, ebenso beobachtete der Entdecker dieser interessanten Form Eil. Schulze nur männliche Polypen. Wahrscheinlich findet hier ein Polymorphismus der Polypen verschiedenen Geschlechtes statt.

Anmerkung. Das Genus Vorticlava Alder hat die grösste Verwandtschaft mit Tiarella. Es sind ebenfalls solitäre Polypenformen. Die Gattung Acharadria Wright ist in der Hydranthenform mit Vorticlava fast identisch, zeigt aber eine chitinöse Hülle und ein verzweigtes Trophosom und möchte daher vielleicht auch bei Vorticlava Polymorphismus existiren.

Familia Tubularidae.

Tubularia mesembryanthemum Allm. — Fundort und Erscheinungszeit: Im Hafen von Triest an Pfählen, Schiffsböden und anderem Holzwerk, vom April bis tief in den Winter, je nach den Witterungsverhältnissen. Bei grösserer Kälte sterben die Hydranthen ab und bleibt nur das Perisarc mit dem noch lebend bleibenden Coenosarc zurück. Die sessilen Geschlechtsgemmen findet man vom Juni bis November an den Tubularienstöckchen und lassen im Verlaufe weniger Wochen die Planulae ausschlüpfen, die sich zur Arachnactis-Form weiter entwickeln und bald festsetzen, um zu neuen Polypenstöckchen heranzuwachsen.

Steenstrupia cranoides Haeckel. — Fundort und Erscheinungszeit: Diese medusoide Form einer Corymorpha-Art findet sich nicht selten im pelagischen Auftrieb des Winters, namentlich im Januar bis März.

Steenstrupia lineata R. Lkt. — Fundort und Erscheinungszeit: Auch diese Steenstrupia findet sich etwas seltener in den Wintermonaten bei Triest vor. Es gelang bis anhin noch nicht, die dazu gehörende Corymorphaform zu erziehen oder im freien Meere aufzufinden.

Euphysa mediterranea Haeckel. — Fundort und Erscheinungszeit: Junge Larven dieser mit Steenstrupia verwandten Qualle von nur 1 Mm. Länge fanden sich nur einmal im pelagischen Auftrieb des Monates October. Die Gonaden waren noch nicht entwickelt, ebenso keine Ocellen. Im Magenrohr waren mehrere Oeltropfen, auch hatte dasselbe einen schwarzen Ring. Diese Euphysa als medusoide Form einer Halatractus Allm. constatirt das Vorkommen dieser Hydroidpolypenform in der Adria bei Triest.

Ectopleura Dumortieri Van Beneden. — Fundort und Erscheinungszeit: Eine weitere medusoide Form einer Tubulariде mit acht Nesselstreifen in der Umbrella fand sich im pelagischen Auftriebe im Monate October. Abweichend von Ectopleura Dumortieri waren meist nur zwei Tentakeln entwickelt, da sich aber auch eine eiförmige Ectopleura mit nur zwei Tentakelrudimenten in Form von fünf Warzen vorfand, so ist anzunehmen, dass Ectopleura Metamorphosen durchmacht (die Gonaden waren in beiden gefundenen Exemplaren noch nicht entwickelt) oder variable Entwicklung hat.

Saphenia dinema Eschsch (**Amphinema Titania** Haeckel). Fundort und Erscheinungszeit: Auch diese einer noch unbekannten

Tubulariden amme zugehörende craspedote Meduse wurde pelagisch im Februar und Spätherbst beobachtet. Exemplare mit reifen Gonaden wurden noch nicht gefunden, überhaupt ist diese Art selten.

Tiara pileata L. Ag. (**Oceania pileata** Leukk.). — Fundort und Erscheinungszeit: Vom November an, den ganzen Winter hindurch, bis in den Monat April, findet man pelagisch diese schöne Quallenform. Im Februar und März enthalten die Gonaden reife Geschlechtsproducte. Durch Zucht im Aquarium gelang es einmal, die Polypenform der Tiara zu erhalten. Es war ein circa 6 Mm. hoher solitärer Polyp von Corymorphaform. Leider hielten die wenigen erhaltenen Exemplare nur wenige Tage aus, ehe dieselben genauer untersucht und beschrieben werden konnten.

II. Unterordnung. Campanulariae oder Vesiculatae.

1. Familia Plumularidae.

Plumularia pinnata Lin. — Fundort und Erscheinungszeit: Kommt bei Rovigno vor, von wo diese Form durch die Gefälligkeit des Baron v. Liechtenstern erhielt. Die Zeit der Gonophorenbildung ist mir unbekannt geblieben, da die Exemplare ohne solche Geschlechtsproducte waren.

Plumularia frutescens Ell. Sol. **Isocola frutescens** Kirchenp. — Fundort und Erscheinungszeit: Bei Triest in tieferem Wasser nicht häufig, eher selten. Gonangien im Sommer und Herbst beobachtet.

Plumularia setacea Ellis. **Anisocalyx setaceus** Kirchenp. — Fundort und Erscheinungszeit: Bei Triest selten, häufiger in Rovigno an den Stöcken von Antennularia. Gonangien im Sommer und Herbst (October).

Plumularia halecioides Alder **Anisocola halecioides** Ald. **Anisocalyx pinnatifrons** Heller. — Fundort und Erscheinungszeit: Diese Form von Plumularia ist die häufigste im Hafen von Triest, an Holzwerk, Ascidien, Muscheln festsitzend. Die Polypenstöcke erscheinen mit dem Frühjahre und verbleiben bis tief in den Herbst. Die Gonangien bilden sich in der wärmeren Jahreszeit.

Aglaophenia pluma Lin. **Plumularia cristata** Lamk. — Fundort und Erscheinungszeit: Häufig an den Aesten der Cystoceira-Algen in der Uferzone. Im Winter findet man nur kleine junge Stöckchen. Die Gonaden oder corbulae entwickeln sich im Frühjahre und Sommer Mai, Juni bis August.

Aglaophenia elongata Meneghini. — Fundort und Erscheinungszeit: Auf Sargassum, welches von Rovigno durch Baron v. Liechtenstern erhielt.

Aglaophenia octodonta Meneghini. — Fundort und Erscheinungszeit: Auf der Unterseite von Steinen beim Leuchtthurmdamme des Hafens von Triest. Meist umrankt von der Lafoëa parasitica Ciamician's. Entwicklung der Corbulae im Mai und Juni.

Antennularia Janini Lamour. — Fundort und Erscheinungszeit: Die adriatische Antennularia hat nur vier Aeste in einem Wirbel und und stellt die unter dem Namen Janini von Lamouroux beschriebene Art oder Localvarietät der antennina vor. Diese Form ist bei Triest

selbst nicht zu finden, sondern erst südlicher an der istrischen Küste bei Pirano und Rovigno namentlich. Die kleinen kugelförmigen Gonangien oder Gonophoren knospen im Frühjahre, März und April, am Hauptstamme hervor.

Familia Sertularidae.

Sertularella polyzonias Lin. (**Sertularia Ellisii** M. Edw. **Cotulina polyzonias** Agass.) — Fundort und Erscheinungszeit: Bei Triest häufig an Steinen nahe dem Strande auf 1 Faden Tiefe. Im November sind die Gonophoren mit reifen Geschlechtsproducten gefüllt, und noch im December findet man die Marsupialtasche die Gonophoren krönend.

Sertularella fusiformis Hinks. — Fundort und Erscheinungszeit: Bei Triest an Muschelschalen, Seegras etc. im Herbst.

Sertularella Gayi Lamx. — Fundort und Erscheinungszeit: Findet sich bei Rovigno (durch Baron v. Liechtenstern erhalten) das ganze Jahr. Die Gonotheken im Frühjahre beobachtet.

Diphasia attenuata Hinks. (**Dynamena pinaster var.** Johnst.) — Fundort und Erscheinungszeit: In Rovigno an anderen Sertulariden und Plumulariden rankend, auch auf Steinen, das ganze Jahr hindurch. Die Gonotheken im Frühjahr beobachtet.

Halecium halecinum. Lin. Schweigger. — Fundort und Erscheinungszeit: Tritt erst südlicher an der istrischen Küste bei Rovigno auf. Die männlichen, wie die weiblichen Gonophoren treten schon im December auf, können aber auch noch im Frühjahre, Februar und März, beobachtet werden. Die weiblichen Polypenstöcke sind viel seltener wie die männlichen. Die Gonangien bilden sich auf eigenthümliche Weise bei Halecium, indem eine Gabelung des Hydrocaulus die zwei Polypen trägt, zusammenwächst und zum Gonangium wird.

Familia Campanularidae.

Clythia Johnstoni Alder (**Campanularia volubilis** Ellis. = **Clytia bicophora** Agass), — Fundort und Erscheinungszeit: Die Clythia ist im April und Mai an den Hafenpfählen auf Mytilus und Eudendriumstöcken ansitzend zu finden. Die abgeplatteten Gonophoren entstehen aus den Stolonen im Mai und die aus denselben ausschlüpfenden kleinen Medusen mit vier Randtentakeln und vier Randbläschen sind die Larven von Phialidium variabile Claus. Das Phialidium ist im Winter und Frühjahr in grossen geschlechtsreifen Exemplaren zu finden von 4—5 Centimeter Scheibendurchmesser. Die im Frühjahr und Sommer sich vorfindenden Phialidien sind kleiner, höchstens 3—4 Mm. Durchmesser erreichend. Die Winterform von Phialidium hat auch mehr längliche Gonaden, während die Sommerform eher rundliche Gonaden zeigt, die aber ebenfalls reife Geschlechtsproducte bergen können.

Obelia gelatinosa Pallas (**Obelia dichotoma** Allm. = **Obelia leucostyla** Will.). — Fundort und Erscheinungszeit: Diese Obelia scheint die einzige Art hier in der Adria zu sein, denn alle medusoiden Formen von Obelia, welche aus den Hydrotheken der Obelia

stöcke zog, hatten 24 Randarme, die die Länge des Scheibenradius hatten und die Gonaden dem Magen ansitzend. Die ausgewachsene Form hatte 53 Randarme und die Gonaden dem distalen Ende der Radiärgefässe ansitzend. Die Länge der Fangarme nicht die Hälfte des Scheibenradius an Länge erreichend. Es ist daher wohl Obelia leucostyla Will. und Obelia gelatinosa Haeckel, ein und dieselbe Form in verschiedenen Entwicklungsstadien.

Fundort und Erscheinungszeit: Die Polypenstöcke der Obelia finden sich vom Februar an in grosser Menge an den Holzpfählen des Hafens, namentlich den dort hängenden Schalen von Mytilus ansitzend. Im März beobachtete man bereits das Austreten der kleinen 0·5 Mm. grossen Medusengemmen. In grösseren Tiefen an Spongien, namentlich Suberiten, kommen sehr langgegliederte, hochgewachsene Polypenstöcke von Obelia vor, die aber dieselbe medusoide Form liefern, daher wohl nur durch den Standort modificirt sind. Die ausgewachsenen Obeliagemmen finden sich im pelagischen Auftrieb fast das ganze Jahr hindurch, indessen doch häufiger im Frühjahr.

Campanularia volubilis Alder. — Fundort und Erscheinungszeit: Auf Myriozoon truncatum im December. Die Hydrotheken-Entwicklung nicht beobachtet.

Campanularia calyculata Hinks. (**Campanularia breviscyphia** Sars.) Fundort und Erscheinungszeit: Auf Ulven, Cystociren und anderen Algen häufig im November noch ohne Hydrotheken. Dieselben erscheinen erst im Frühjahr. In Campanularia calyculata fand Jickeli eigenthümlich amoeboide Zellen im Ectoderm.

Campanularia angulata Hincks. — Fundort und Erscheinungszeit: Auf Zostera nicht selten im Sommer, Juni und Juli. Zu eben dieser Zeit findet man auch die den Stolonen entsprossenden Hydrotheken.

Campanularia raridentata Alder. — Fundort und Erscheinungszeit: Eine sehr zierliche, ganz durchsichtige Art, die auf Steinen, Muschelschalen in grösserer Tiefe vorkommt. Entwicklung der Gonotheka ist noch unbekannt.

Familia Thaumantidae.

Lafoëa parasitica Ciamician. — Fundort und Erscheinungszeit: Rankt sich an dem Hauptstamm der Aglaophenia octodonta mit auffallender Regelmässigkeit empor seine Polypenbecher alternirend in den Zwischenräumen der Seitenäste absendend. Gonotheken wurden noch nicht beobachtet.

Laodice cruciata L. Ag. — Fundort und Erscheinungszeit: Eine medusoide Form der Thaumantiden, die Laodice cruciata, findet sich vom October an bis in den December nicht selten pelagisch bei Triest. Geschlechtsreife Laodicen sind im November und December zu beobachten. Junge Larven sind im Herbst in grossen Mengen im pelagischen Auftrieb. Dieselben haben erst acht Randarme, vier längere und vier kürzere und noch keine Randcirren.

Familia Spongicolidae.

Stephanoscyphus mirabilis. Allm. (**Spongicola fistularis.** Eil. Schulze). — Fundort und Erscheinungszeit: Namentlich in Myxilla

fascicularis Osc. Schmidt, dann aber auch in Esperien, Spongelien und anderen Schwämmen, das Gewebe derselben mit seinen Chitinröhren der Hydrocauli und Stolonen durchziehend. Das ganze Jahr hindurch anzutreffen. Ontogenie noch unbekannt, ebenso die Gonophorenbildung.

Familia Campanulinidae.

Campanulina acuminata? Alder. — Fundort und Erscheinungszeit: Im Aquarium gezogen, wo Tima, Aequorea und Phialidium eingesetzt worden waren. Die Polypencolonie war ganz unverzweigt, eine Reihe von Hydranthen darstellend, die aus rankenden Stolonen emporstehen. Eigenthümlich war die nickende Stellung der Proboscis des Hydranthen mit seinem Fühlerkreis. Ein Operculum und eine Hydrothek waren nicht vorhanden. Ausser den erwähnten Unterschieden stimmt sonst die Abbildung der Campanulina acuminata von Wright mit diesem gezogenen Polypen überein, namentlich die Art und Weise der Knospung der Qualle, sowie das freigewordene Planoblast selbst. Die Knospung fand im September und October statt und bilden sich an demselben Fortsatz des Hydrocaulus, an welchem sich die erste Qualle ablöste, noch eine bis zwei weitere Medusen hinter einander aus. Die abgelöste Qualle hat eine hohe, glockenförmige Umbrella, vier Radiärgefässe und einen kurzen sitzenden Magensack mit vierlappigem Munde. An dem Schirmrande sitzen perradial vier grüngefärbte Tentakelbulben, von denen zwei gegenüberstehende grösser entwickelt und je mit einem langen, meist spiralig eingerollten Tentakel versehen sind. Links und rechts von jedem Tentakelbulbus befindet sich ein Randbläschen, also acht im Ganzen. Die Exumbrella enthält über die ganze Fläche einzeln zerstreute, eiförmige Nesselkapseln, die ein Cnidocil nach aussen tragen. Sie geben dem Schirm ein punktirtes Aussehen. Das Velum ist verhältnissmässig schmal. Höchst wahrscheinlich ist die eben kurz beschriebene medusoide Form der Campanulina von Triest die Larve der Tima pellucida (Geryonia pellucida Will).

Eirene pellucida Haeckel. **Tima pellucida** Agass. — Diese Qualle ist den ganzen Winter hindurch in grossen Schwärmen im Hafen und der freien See um Triest zu finden (nur im Jahre 1883 auf 1884 auffallend selten). Die grössten Exemplare mit reifen Gonoden im Februar und März. Die Larvenentwickelung im Mai und Juni, aber auch mitten im Winter findet man Larven der Tima. Es werden daher wohl zwei Perioden der Quallenknospung vorkommen.

Octorchis Gegenbauri Haeckel (**Liriopsis campanulata** Claus). — Fundort und Erscheinungszeit: Die Amme dieser von Haeckel zuerst beschriebenen Octorchis ist die von Claus beschriebene Campanopsis. Dieselbe, zuerst im Aquarium der zoologischen Station aufgezogen, ist später im freien Meere an Steinen und Muscheln sitzend aufgefunden worden. Die Campanopsis entwickelt ihre Medusenknospen am Körper des Hydranthen im April und Mai. Junge Octorchis-Larven sind im Mai und Juni im pelagischen Auftrieb nicht selten, doch kommen auch während des Winters noch

junge Larven vor. Es müssen die Campanopsispolypen daher zwei Perioden der Medusenknospen haben oder es müssen in grösserer Tiefe lebende Polypen eine andere Zeit der Knospung einhalten, wie dieser Fall mir noch bei anderen Hydroidpolypen vorzukommen scheint. Die geschlechtsreife Octorchis Gegenbauri ist den ganzen Winter über, von October bis März, zu finden, indessen am häufigsten im December und Januar.

Hydranthea margarica Hincks. — Fundort und Erscheinungszeit: Diese interessante schöne Hydroidpolypenform schliesse hier an die Campanuliden an, da sie wie diese die Bildung einer zwischen dem Grunde der Tentakeln ausgespannten Membran zeigt. Hincks stellt die Gattung zu seiner Familie der Atractyliden, die aber eine wenig natürliche Gruppirung verschiedener Hydroidpolypen zeigt. Durch die Fortpflanzung aus Eiern, die in festsitzenden Gonophoren gebildet werden, nähert sich die Form eher den Campanularien, doch fehlt die beckenförmige Hülle des Hydranthen. Die Hydranthea margarica Hincks erhielt durch die Güte des Baron von Liechtenstern aus Rovigno mit grossen Stöcken von Myriozoon truncatum, deren Aeste dieser Polyp mit seinen Stolonen überzog. Die Polypen stimmen im Ganzen mit der Beschreibung, die Hincks gegeben hat, überein, doch ist zu bemerken, dass die Knäuel grosser säbelförmiger Nesselkapseln nicht am Grunde der Arme, sondern zwischen denselben in der Verbindungsmembran liegen, ferner waren nicht 30, sondern nur 20 Tentakeln vorhanden. Gonophoren kamen leider nicht zur Beobachtung.

Familia Aequoriden.

Aequorea Forskalea Eschsch (**Aequorea violacea** M. Ed.). — Fundort und Erscheinungszeit: Diese Aequorea ist die einzige Aequoridenform, welche in der Adria vorkommt, und zwar namentlich den ganzen Winter hindurch mit ihren grossen Schwärmen das Meer belebt. Im Sommer und Anfangs Herbst findet man keine Aequoreen mehr. Die grössten Exemplare kommen im Frühjahre im März und April vor und findet auch zu dieser Zeit die Fortpflanzung statt. Männliche und weibliche Thiere lassen sich durch die verschiedene Färbung der Gonaden leicht unterscheiden. Erstere haben mehr bläuliche, letztere mehr rosa gefärbte Gonaden. Die Thiere stossen ihre Geschlechtsproducte gegen Sonnenaufgang in's Wasser aus. Es gelang bis anhin noch nicht, die Polypen aufzuziehen, den Wright einmal erhielt, doch nur als junges Stöckchen.

Unterordnung Trachymedusen.

Familia Petasidae.

Olindias Mülleri Haeckel. — Fundort und Erscheinungszeit: Diese grosse schöne Trachymeduse erhielt durch die Gefälligkeit des um die Kenntnisse der Flora und Fauna der Adria so verdienstvollen Baron von Liechtenstern aus Rovigno und Pirano. Um Triest konnte man diese Art noch nicht finden, die wahrscheinlich felsige Küsten liebt. Die Zeit, in welcher die Olindias erscheint, ist im Herbst

und Winter, October bis Februar. Im Frühjahr beobachtetete reife Gonaden an denselben.

Familia Aglauridae.

Aglaura hemistoma Peron und Lesueur. — Fundort und Erscheinungszeit: Im pelagischen Auftrieb wurden im Monate Juni und Juli geschlechtsreife Thiere beobachtet. Larven derselben im October und November. Dieselben sind ganz farblos mit vier bis acht Gonadenanlagen und sehr kurzen Randarmen. 3—4 Lithocysten und 8 Radiärgefässen. Diese Qualle hat die Eigenthümlichkeit, nach dem Tode sich in die Länge zu strecken und das Velum nach aussen umzustülpen. Wahrscheinlich wird die quadratische laternenartige Gestalt der lebenden Qualle von der Musculatur der Umbrella abhängen und nach dem Tode die Elasticität der Schirmgalerte überwiegen.

Familia Geryonidae.

Liriope eurybia Haeckel. = **Geryonia exigua** Leuck. — Fundort und Erscheinungszeit: Bei Triest nicht selten in den Herbstmonaten, wie im Winter. Mit reifen Gonaden im Winter.

Geryonia proboscidalis. Eschsch. — Fundort und Erscheinungszeit: Selten in den Herbst- und Wintermonaten.

Carmarina hastata Haeckel. — Fundort und Erscheinungszeit: Häufiger wie Geryonia, namentlich im Spätherbst und Winter (December), aber immerhin doch nur so vereinzelt vorkommend, so dass anzunehmen ist, dass diese Quallen aus südlicheren Meeresstrichen durch Strömung herbeigebracht werden.

Unterordnung Narcomedusen.

Familia Solmaridae.

Aeginopsis mediterranea Joh. Müller. = **Solmundella mediterranea** Haeckel. — Fundort und Erscheinungszeit: Diese kleine interessante Narcomeduse mit ihren beiden eigenartig angelegten Randarmen ist im Winter nicht selten im pelagischen Auftriebe. Thiere mit reifen Geschlechtsproducten wurden hier noch nie beobachtet, wahrscheinlich im Frühjahre nach den Beobachtungen von Joh. Müller.

Polyxenia leucostyla Will. = **Solmaris leucostylus** Haeckel. — Fundort und Erscheinungszeit: Nicht selten namentlich von September bis Januar im pelagischen Auftrieb.

Ordo. Siphonophorae.

Von den schönen Thierformen der Schwimmpolypen oder Siphonophoren der südlicheren Striche des Mittelmeeres enthält der Golf von Triest nur wenige Repräsentanten. Am häufigsten das ganze Jahr hindurch ist die kleine Muggiaea Kochii. Will., dann Monophyes gracilis Claus und Halistemma tergestina Claus in den Wintermonaten. Weitere Formen sind nur seltene Gäste aus südlicheren Breiten (hiezu gehört auch Velella von Stossich einmal bei Triest beobachtet).

1. Unterordnung Physophorae.

Familia Agalmidae.

Halistemma tergestina Claus = **Halistemma pictum** Metschn. — Fundort und Erscheinungszeit: Ziemlich häufige Art in den Wintermonaten November, December und Januar, später nur vereinzelt, im Sommer ganz fehlend.

Forskalia contorta M. Edw. — Fundort und Erscheinungszeit: Selten in den Wintermonaten, einmal sogar noch im März. Meist verstümmelte Colonien, durch Strömungen und Wellen aus südlicheren Strichen gebracht.

Unterordnung Calycophoraе.

Familia Diphyidae.

Praya cymbiformis Delle Chiaje. — Fundort und Erscheinungszeit: Seltene Siphonophorenform im Winter und Frühjahr in kleinen oft verstümmelten Colonien.

Galeolaria aurantiaca C. Vogt. — Fundort und Erscheinungszeit: Etwas häufiger in schönen, grossen Exemplaren zur Winterszeit, namentlich im Januar und Februar.

Diphyes Kochii Will. (**Muggiaea Kochii** Chun.). — Fundort und Erscheinungszeit: Dies ist die einzige Siphonophorenform neben Monophyes gracilis, die das ganze Jahr hindurch im pelagischen Auftriebe zu finden ist. Die drei Generationsformen derselben am meisten im Sommer, Juli, August.

Monophyes gracilis Claus. — Fundort und Erscheinungszeit: Ebenfalls nicht seltene Calycophore im Winter, wie auch zu anderen Jahreszeiten. Die Generationsform Diplophysa verhältnissmässig nicht so häufig zu beobachten, am ehesten im März.

IV. Sub-Classe. Ctenophorae.

Die häufigste Form derselben ist wohl die Eucharis multicornis, dann folgt Beroë ovata und Forskalii, wie Pleurobrachia rhodopis. Seltener Gast ist Cestus Veneris, sowie eine kleine bisher noch unbeschriebene Cydippide. Nur die ersterwähnte lobate Ctenophore ist jedes Jahr in grösserer Anzahl zu treffen, während die anderen Ctenophoren im Winter bald gänzlich ausbleiben, bald mehr oder weniger häufig sich zeigen.

Günstige Jahre für diese, wie andere pelagische Thiere, sind solche mit vielen starken Nordoststürmen abwechselnd mit Südwinden.

Nach Will „Horae tergestina“ kamen Beroiden schon im October zum Vorschein, während ich dieselben jetzt während 9 Jahren nie früher wie Ende November beobachtete. Die Erscheinungszeiten pelagischer Thiere wechseln etwas je nach den meteorologischen Verhältnissen der Jahresperioden.

Cydippidae.

Pleurobrachia rhodopis Chun. — Fundort und Erscheinungszeit: Diese hübsche Cydippe mit den braunröthlichen Fangarmen ist in den Wintermonaten nicht selten anzutreffen.

Lobatae.

Eucharis multicornis Eschsch. (**Alcinoë papillosa** Dell Ch. **Chiaja neapolitana** Less.) — Fundort und Erscheinungszeit: Die Eucharis ist wie überall im Mittelmeere, so auch im Golfe von Triest die ansehnlichste häufigste Ctenophorenform. Im Winter von November an sind die ausgewachsenen Exemplare bis in den März und April stets zu finden. Die jungen Larven, von Will als Cydippe brevicostata beschrieben, findet man schon im August den ganzen Winter hindurch bis in das Frühjahr. Die interessante Beobachtung Chun's, dass diese jungen Larven bereits geschlechtlich sich fortpflanzen, wurde auch hier in einem Falle bestätigt, doch war die Larve schon etwas aus dem Cydippestadium getreten. In Rovigno sah ich bereits im August Larven mit deutlichen Flügelanhängen. Immer bleibt die Eucharis in Schwärmen beisammen.

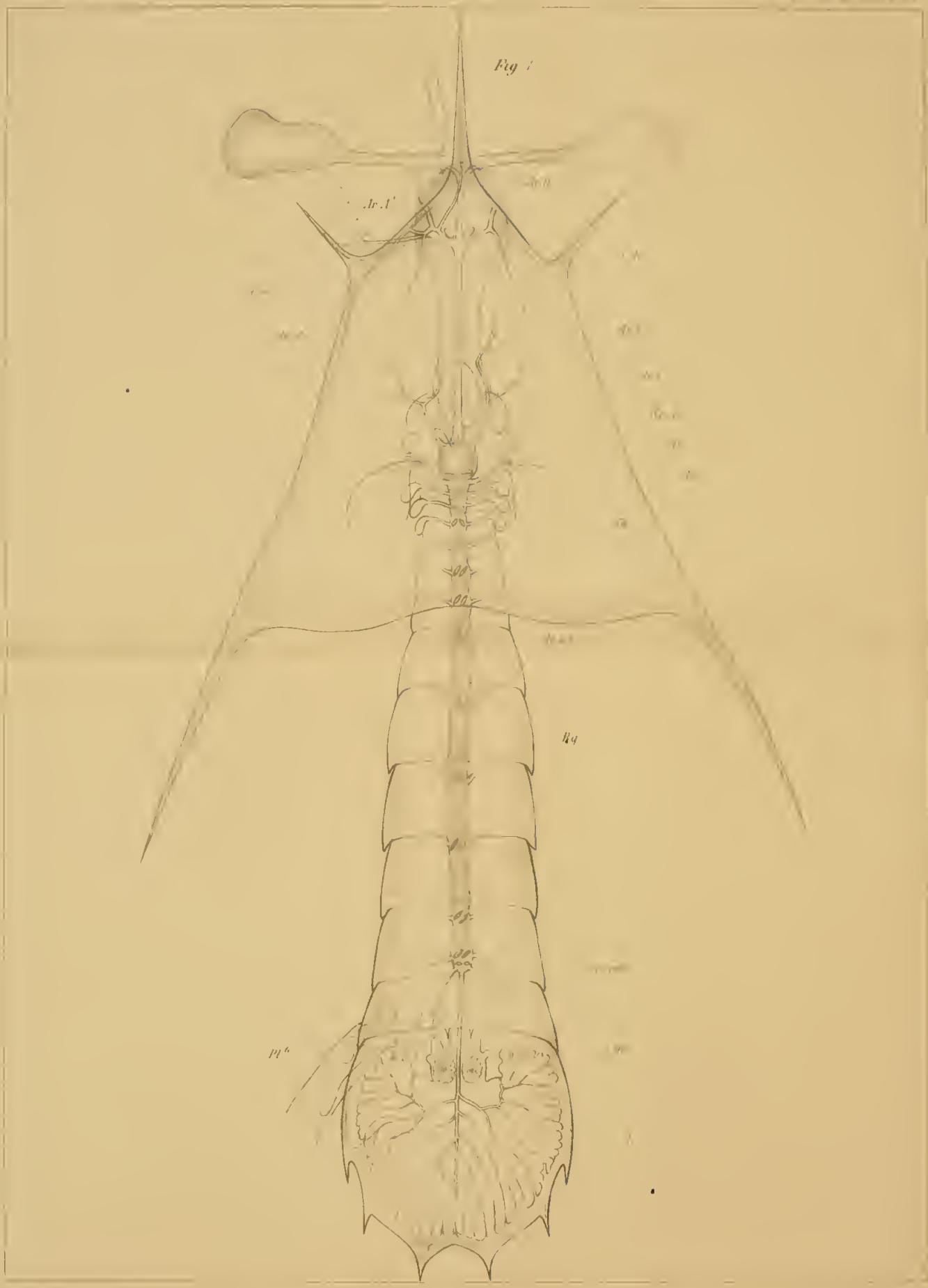
Cestidae.

Cestus Veneris Lessueur. — Fundort und Erscheinungszeit: Nicht alle Jahre, aber doch hin und wieder finden sich einzelne Exemplare dieser Gattung. Dieselben sind auffallend klein und schmal, wohl entsprechend der stürmischen Adria und der nördlichen Lage zum Mittelmeere.

Beroidae.

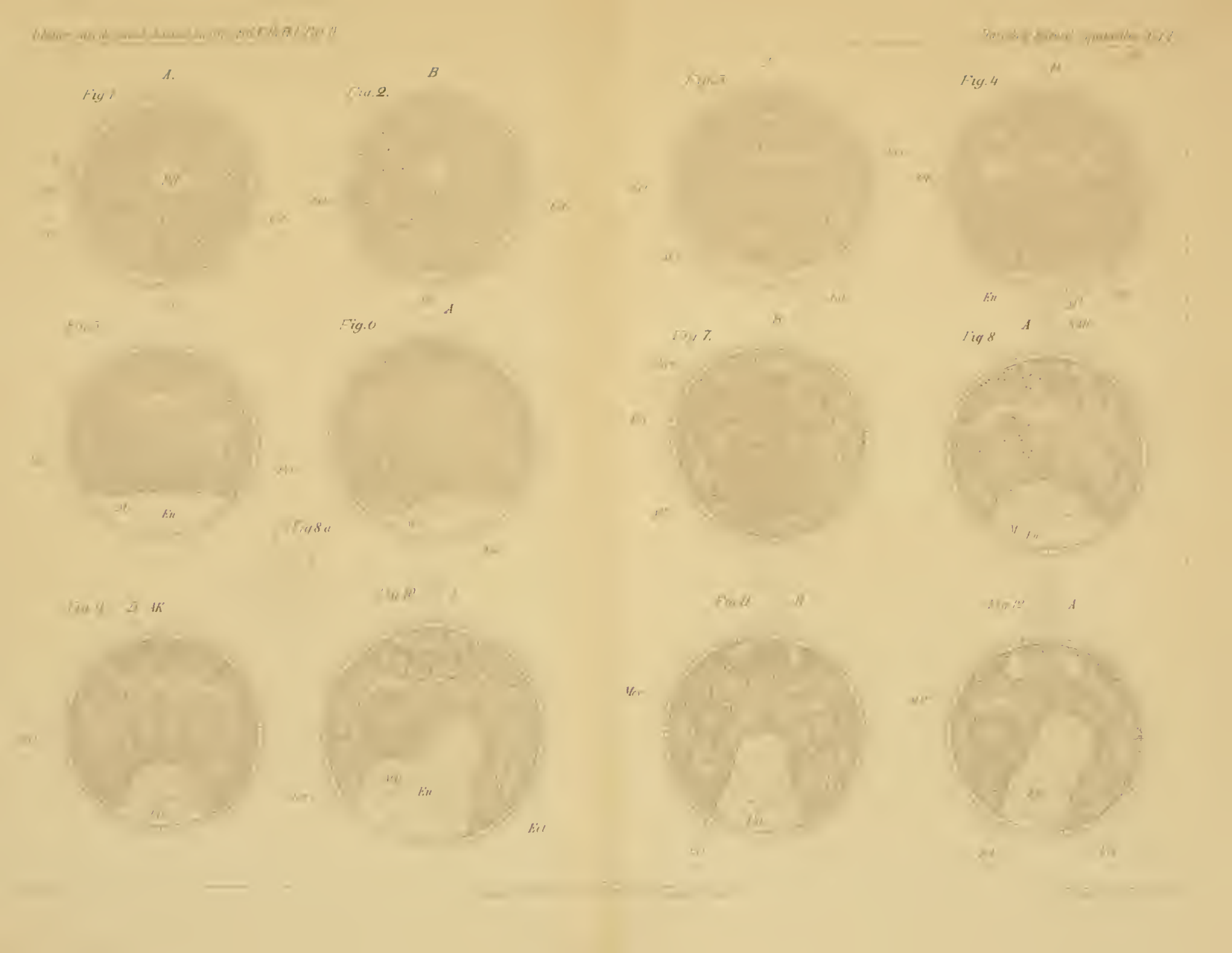
Beroë ovata Eschsch. — Fundort und Erscheinungszeit: Beroë ist in der Adria bei Triest gerade nicht häufig, indessen fehlte dieselbe nur wenige Jahre ganz und ist in anderen Jahren nicht selten, einige Male selbst häufig aufgetreten. Sie ist ausschliesslich eine Winterctenophore, die schon im Februar oder höchstens März wieder von der Meeresoberfläche verschwindet. Die Eier fand ich einige Male in den Gefässen, in denen Beroë ovata gehalten wurde, im Januar.

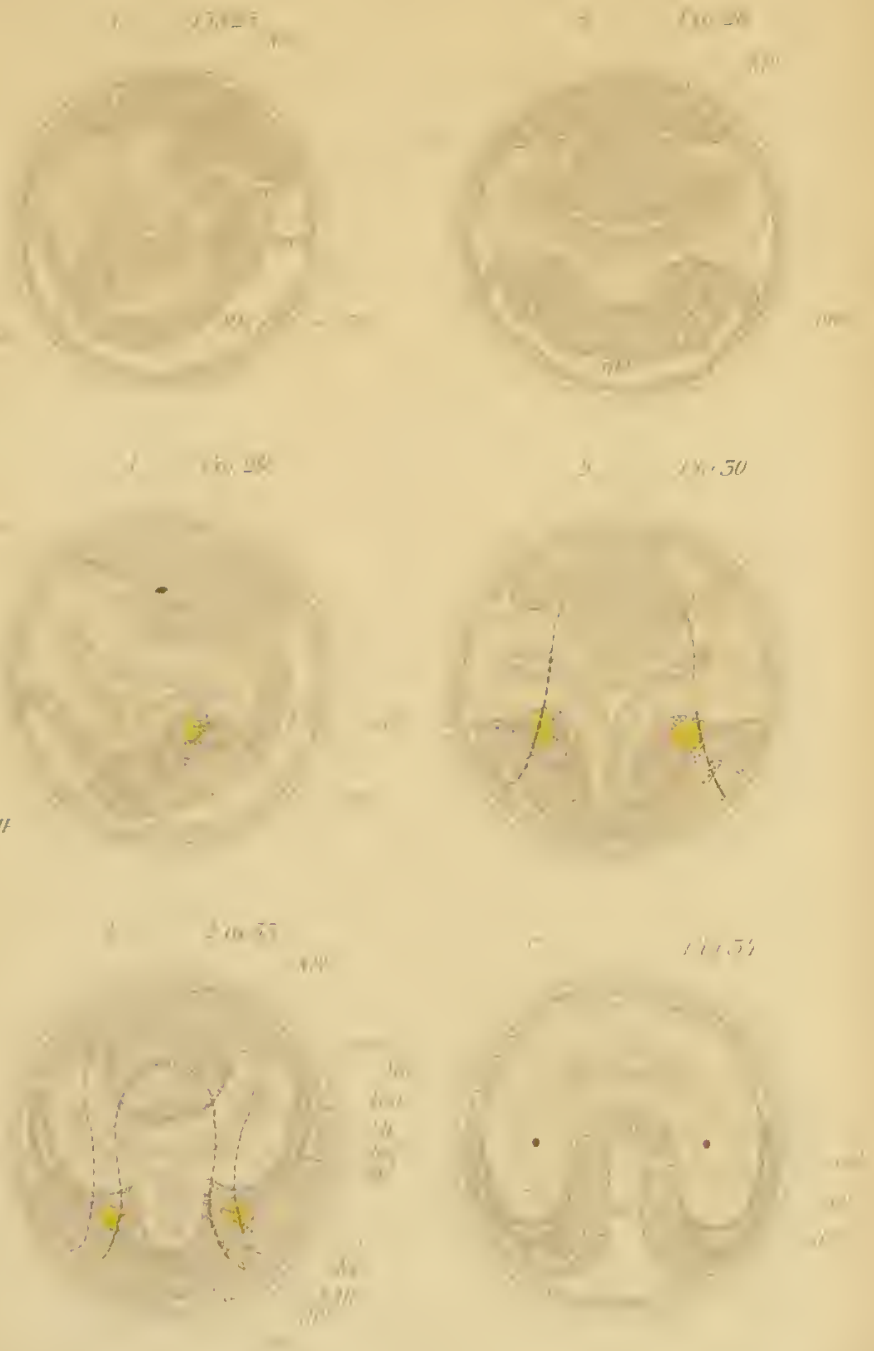
Beroë Forskalii. Chun. — Fundort und Erscheinungszeit. Diese von Chun zuerst mit Recht aufgestellte Art tritt bei Triest in gleichem Zahlenverhältniss, wie die Beroë ovata auf. Sie wird hier meist grösser und lässt sich durch die röthliche Färbung der Geschlechtsfollikel, die schlanke Form, sofort erkennen.

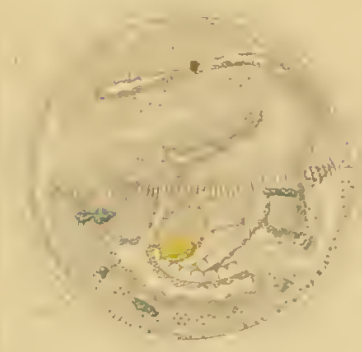


Alfred Hölder ... Buchhändler in Wien

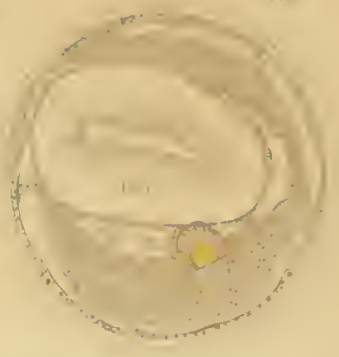
Fig 3
Bk
Fig 4
Fig 5
Fig 6


A.
Fig 1
B
Fig. 2.
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
A
Fig 7.
Fig 8
Fig 8 a
Fig 9
Fig 10
Fig 11
Fig 12
En

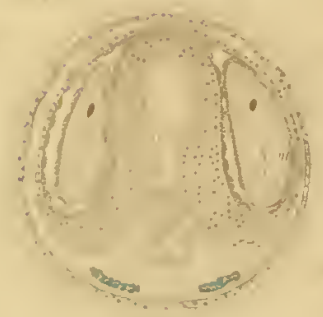




lcut



Lat



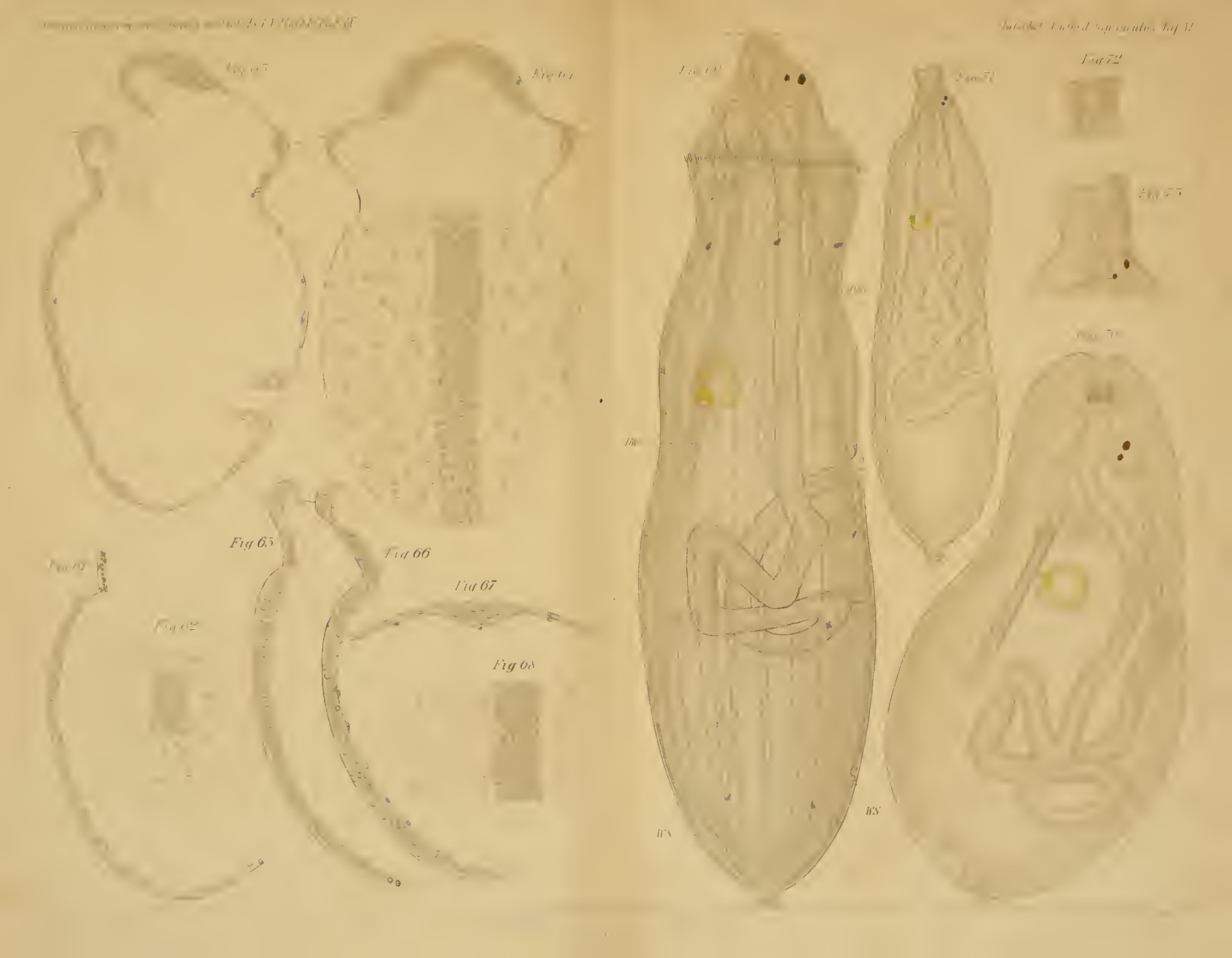
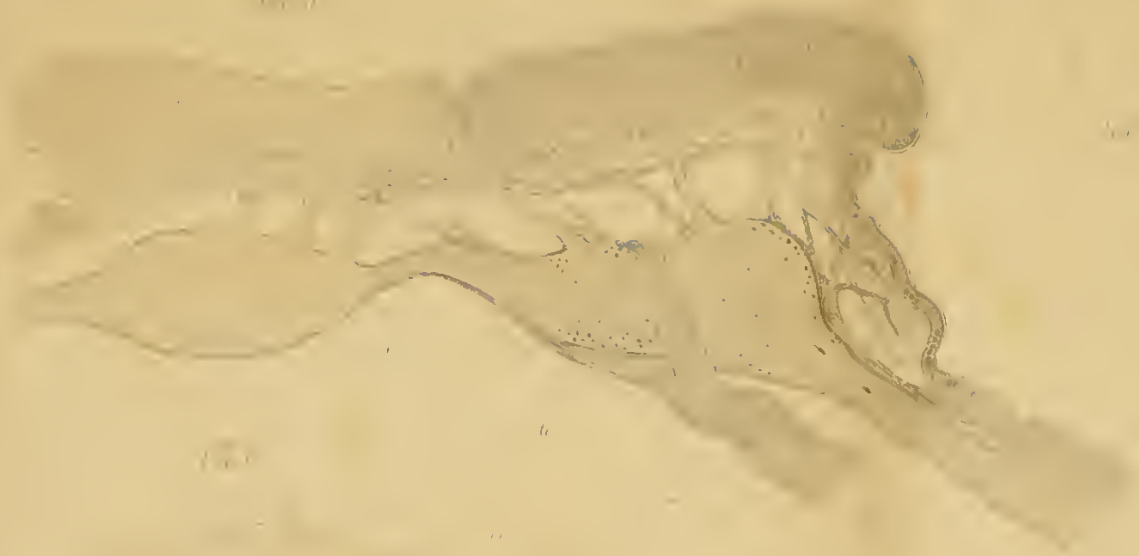
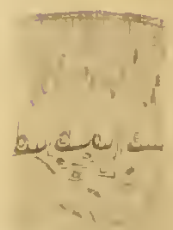


Fig 63
Fig 64
Fig 65
Fig 66
Fig 67
Fig 68
Fig 69
Fig 70
Fig 71
Fig 72
Fig 73
Fig 74
WS
WS





A Holder

Fig. 58

Fig. 64.

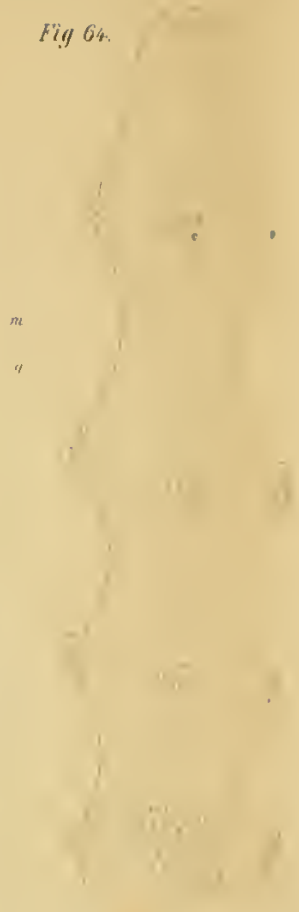


Fig. 60.

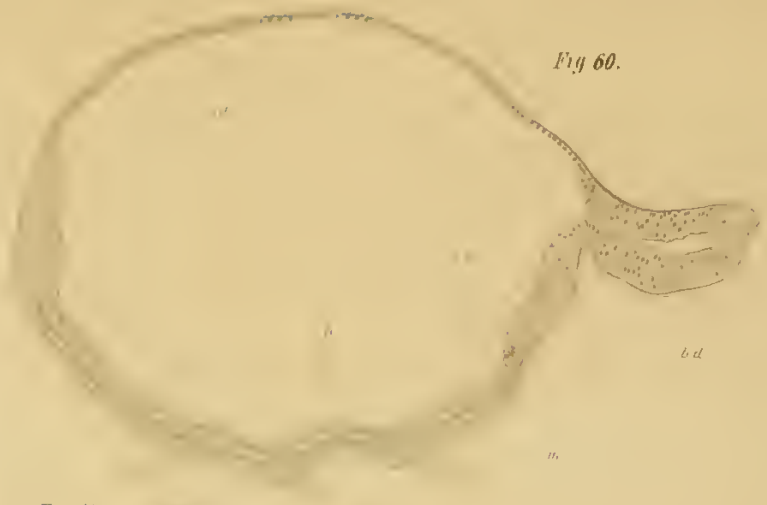


Fig. 65

Fig. 61.

Fig. 63

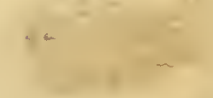
Fig. 59

Fig. 66

Fig. 67.

Fig. 62

Fig. 68.



A Holder.

Fig. 72.

Fig. 73.

Fig. 74.

Fig. 71

Fig. 69.

Fig. 70.

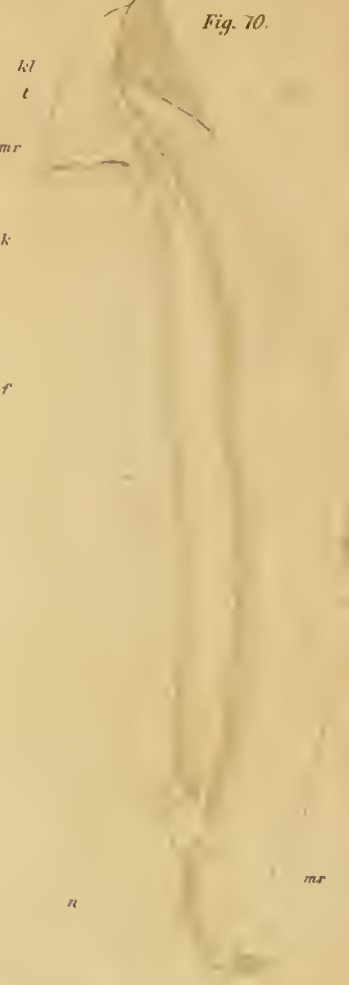


Fig 70

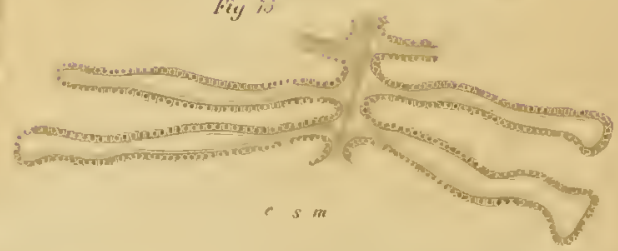


Fig 7
Fig 10

Fig 28
Fig 50
Fig 55
Fig 51

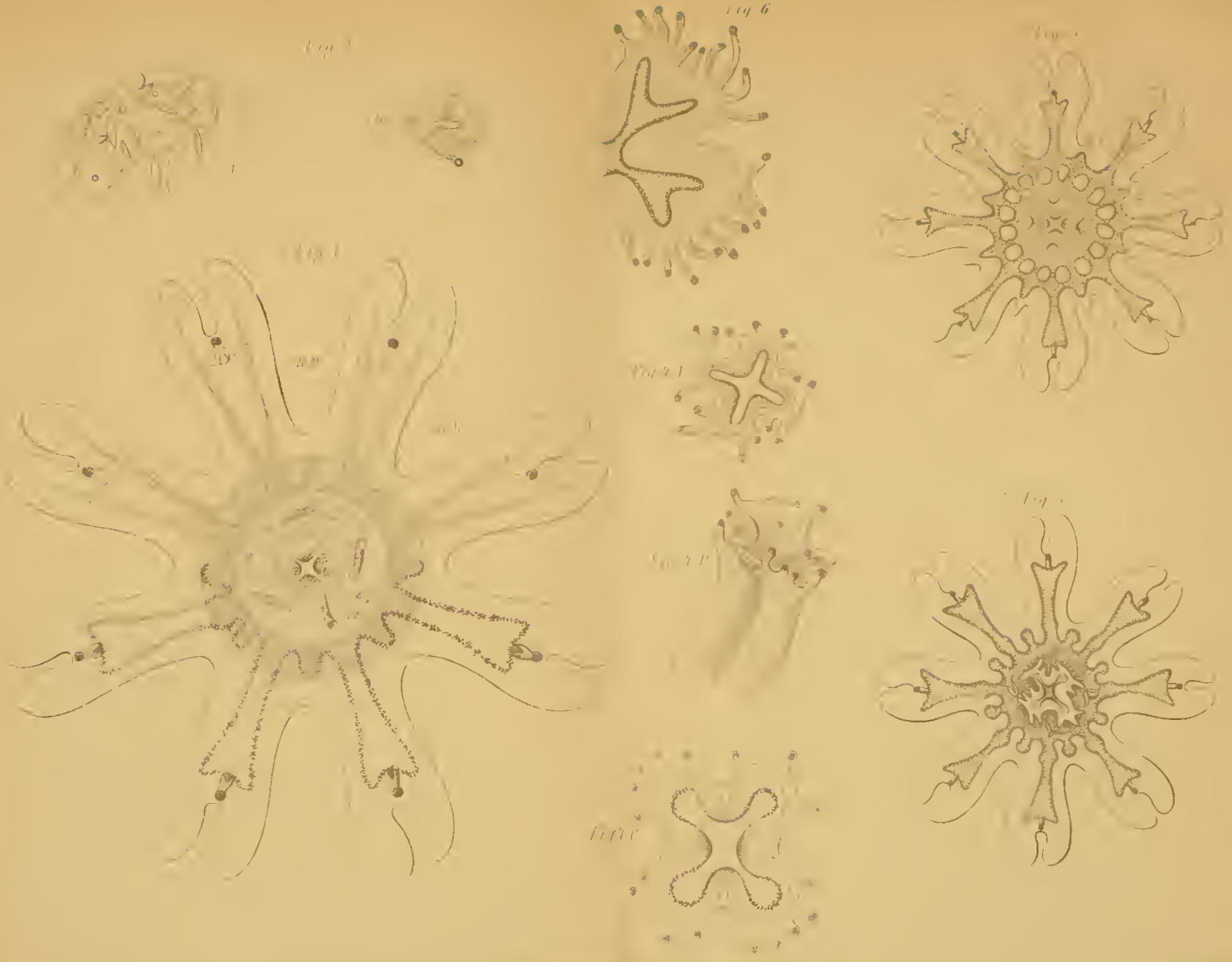
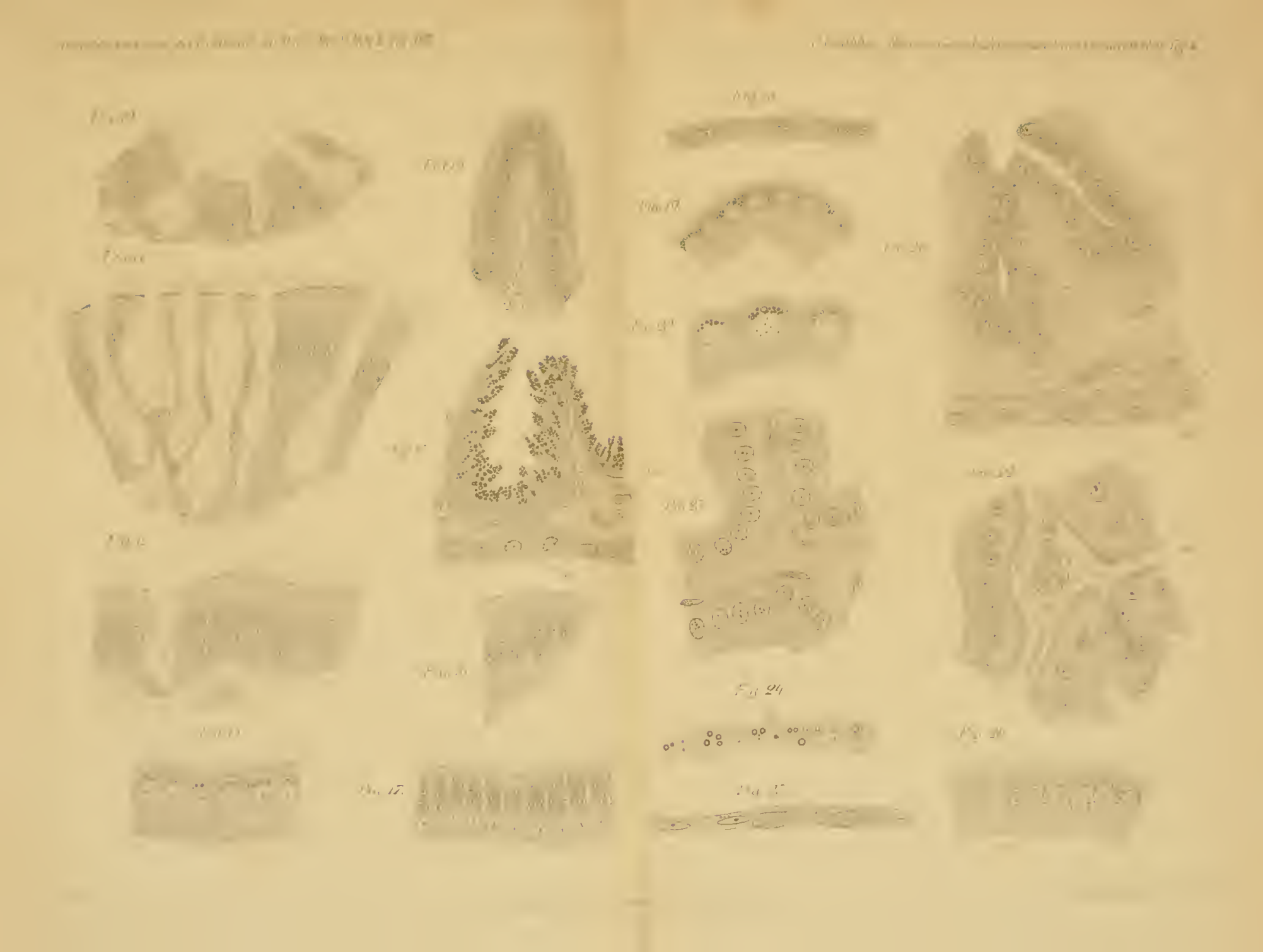
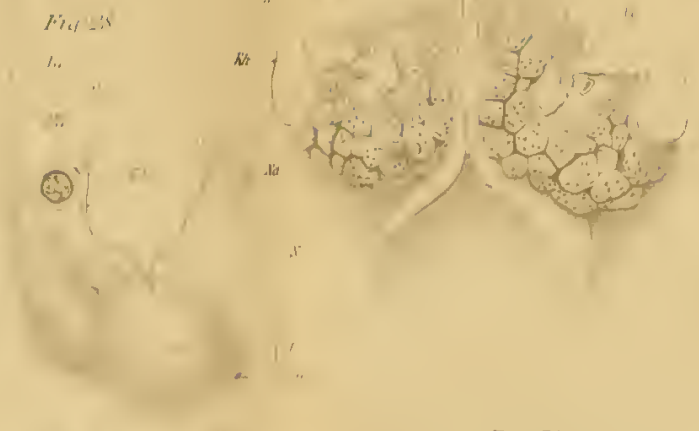
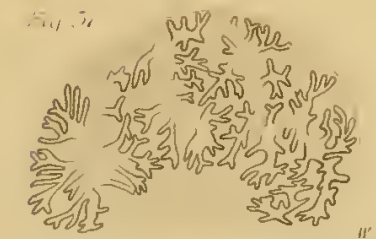
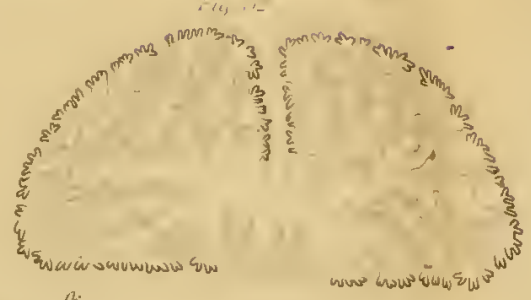


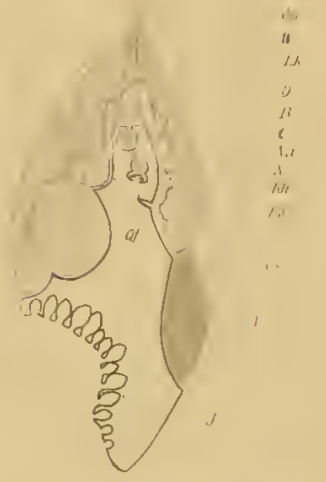
Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7
Fig. 8
Fig. 9
Fig. 10
Fig. 11
Fig. 12
Fig. 13
Fig. 14
Fig. 15
Fig. 16
Fig. 17
Fig. 18
Fig. 19
Fig. 20
Fig.

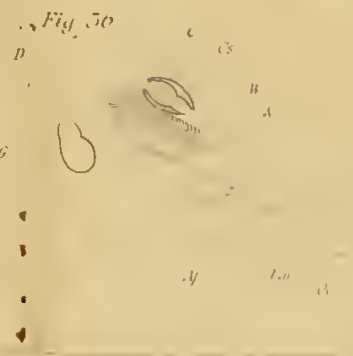


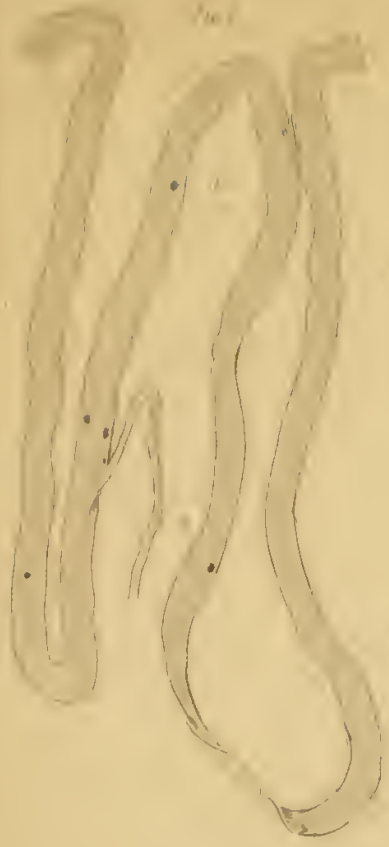


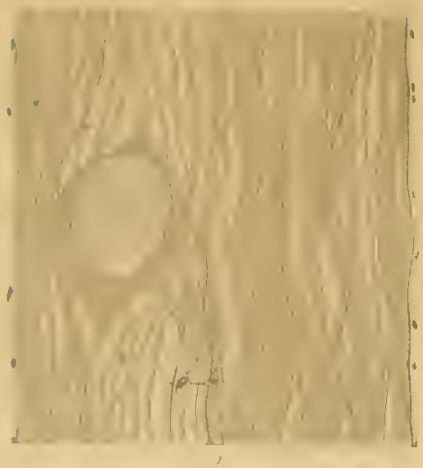


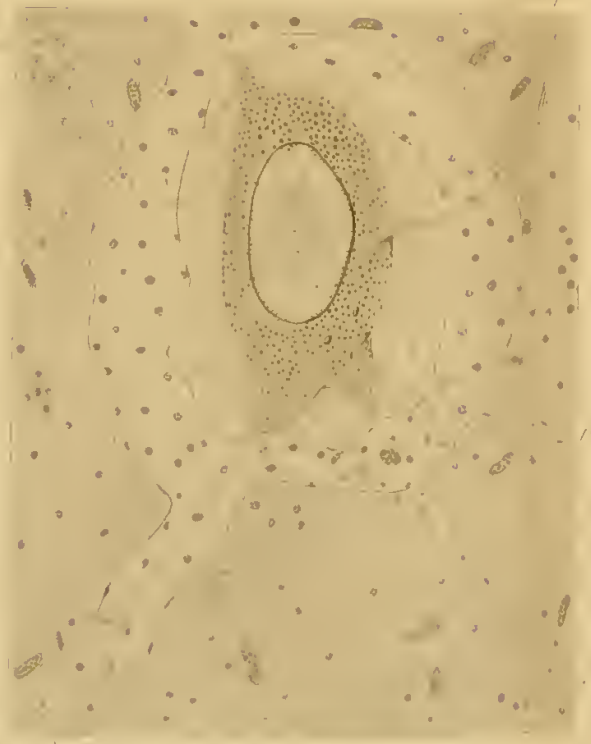












Verlag v. Alfred Hölder k.k. Hof- u. Universitäts-Buchhandlung in Wien

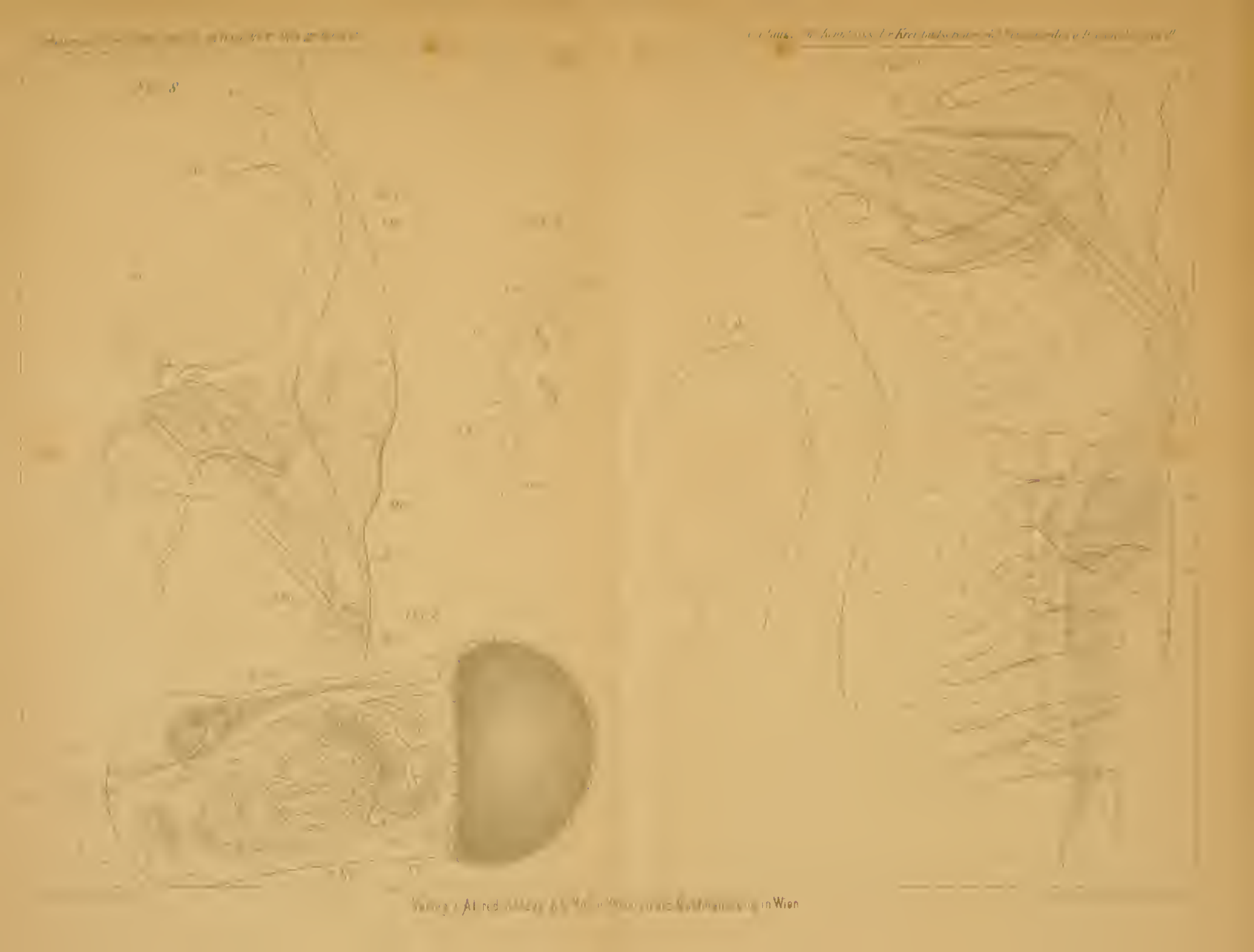


Fig 12

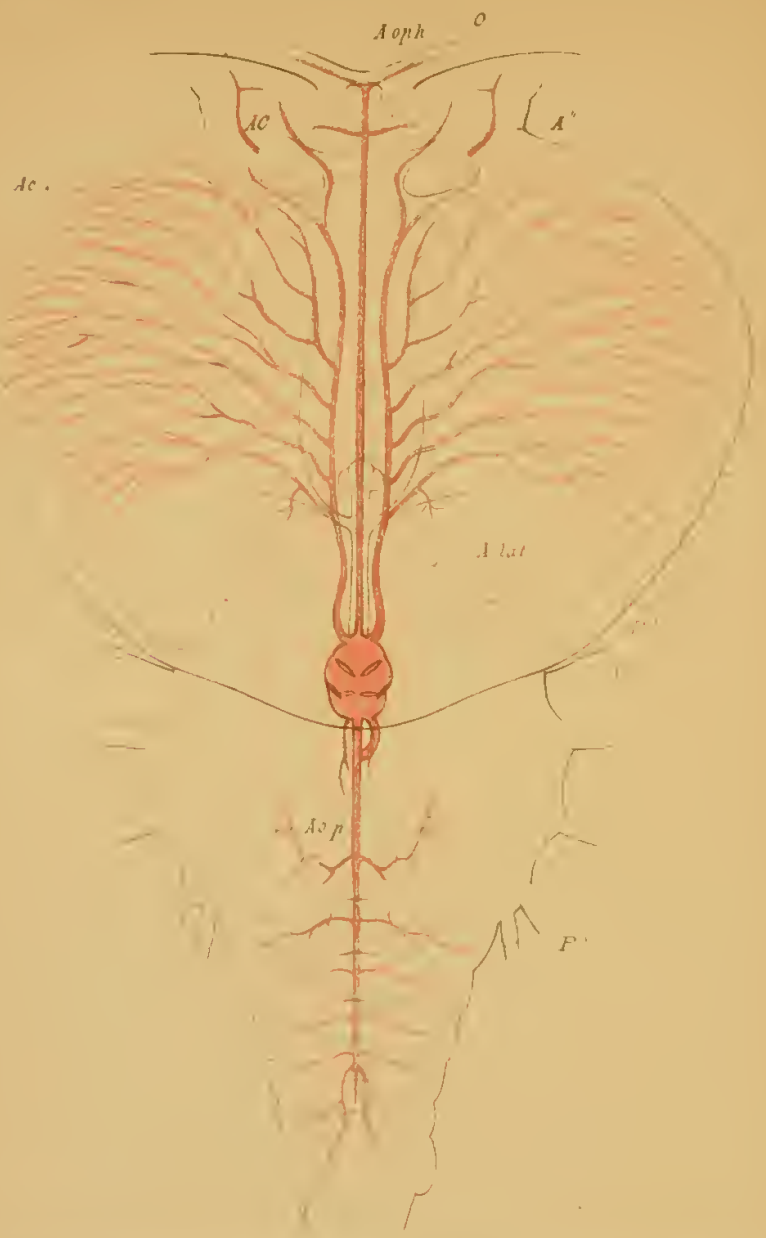
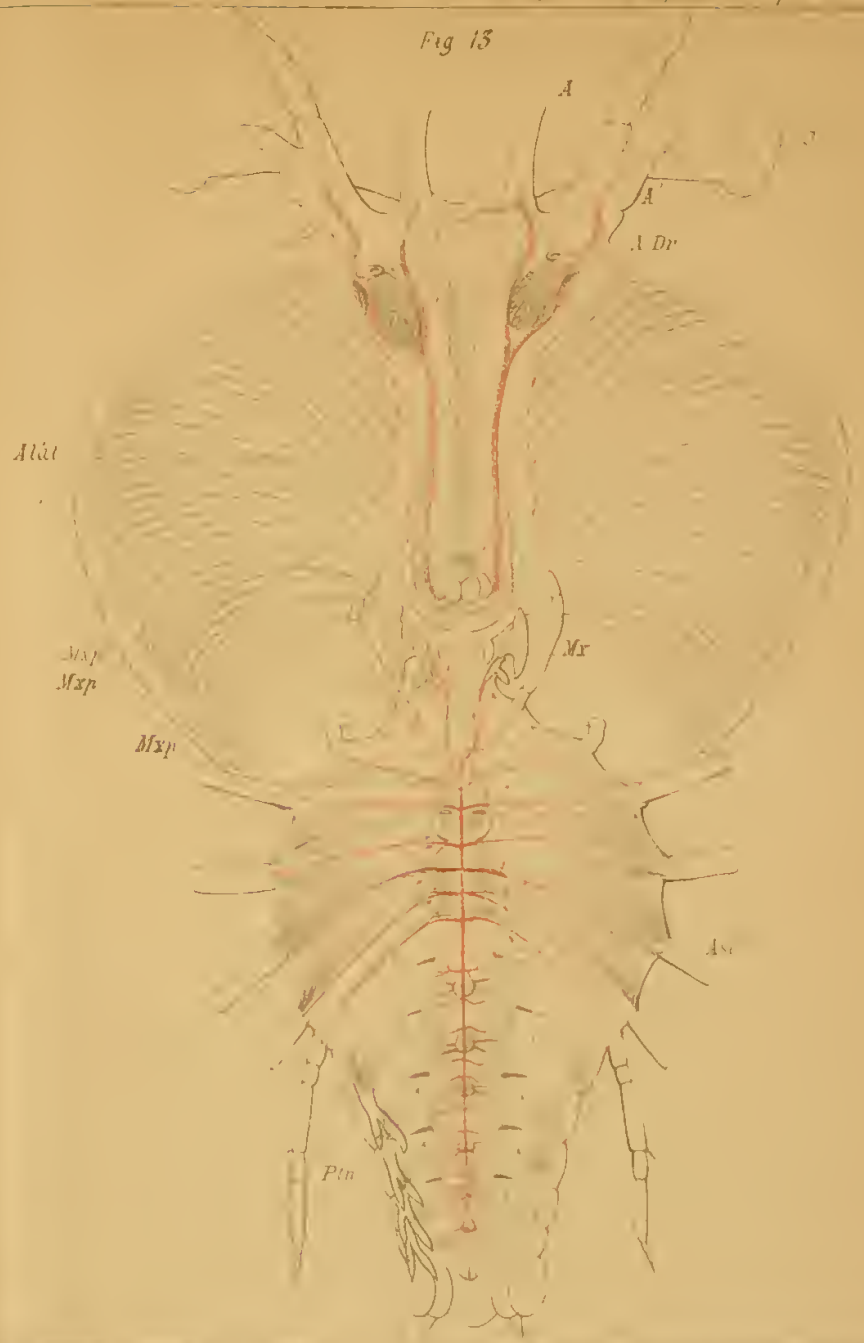
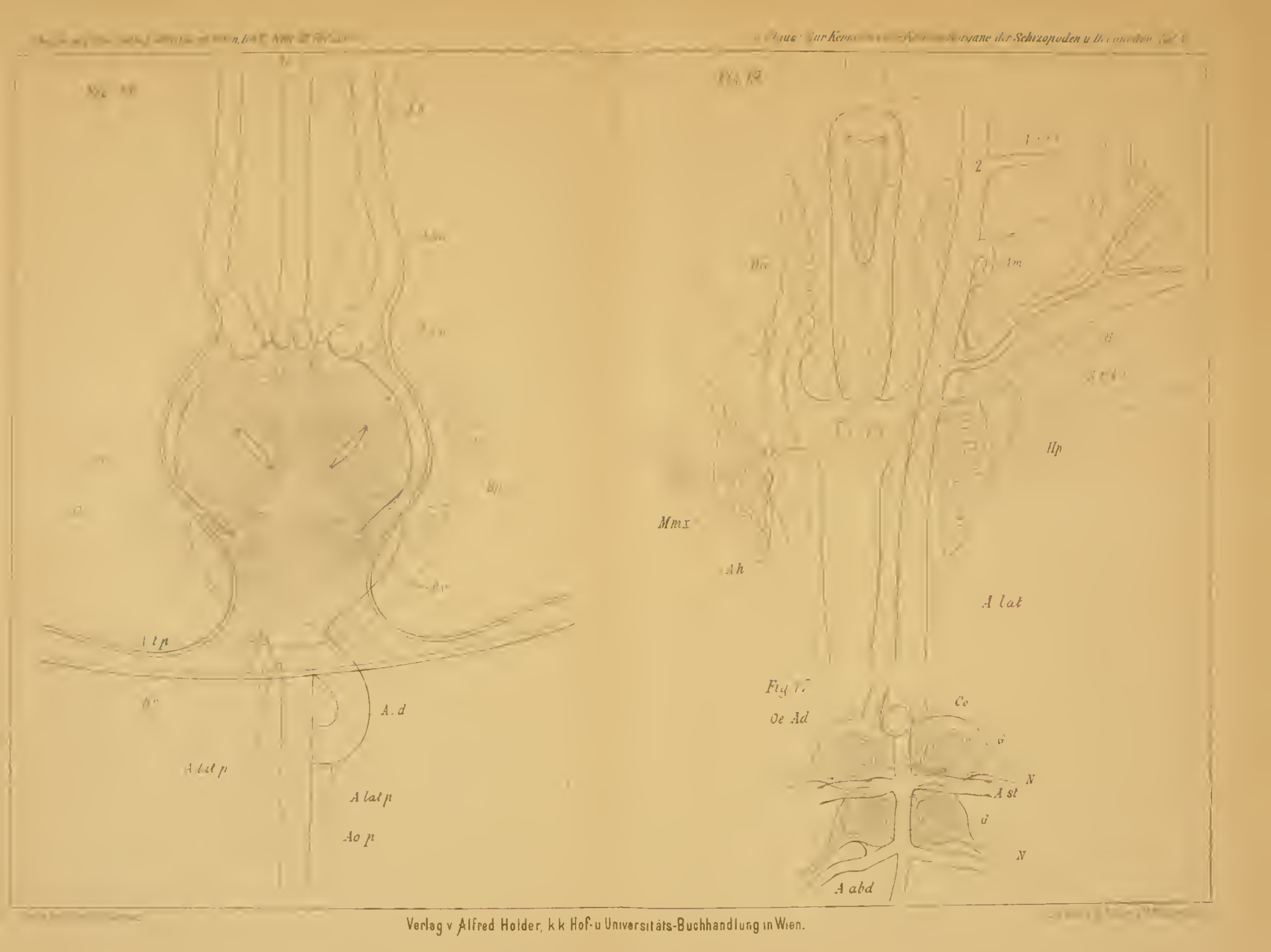


Fig 13

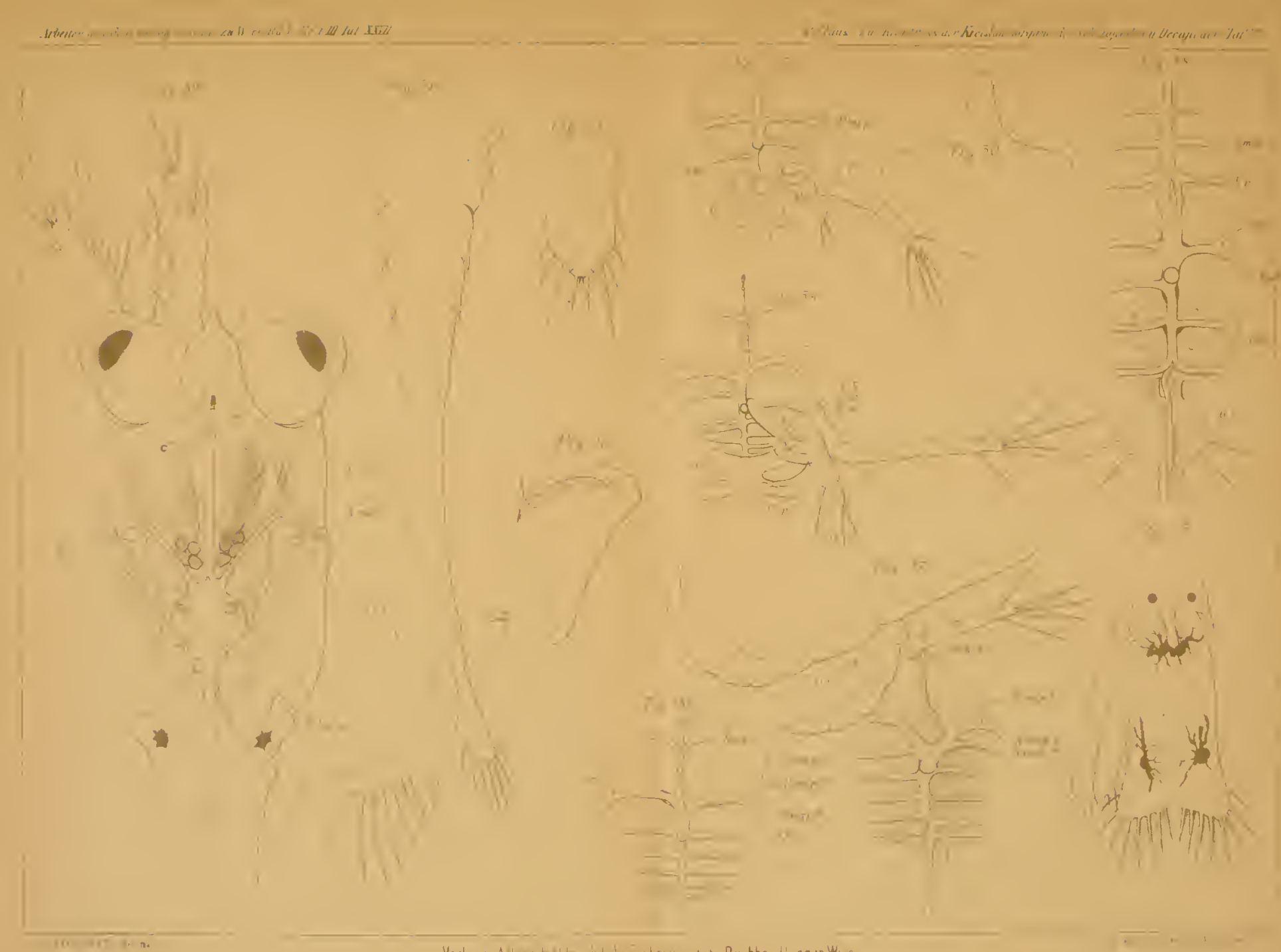


Verlag v Alfred Hölder k k Hof u Universitäts Buchhandlung in Wien

Verlag v. Alfred Hölder k. k. Hof- u. Universitäts-Buchhändler, in Wien

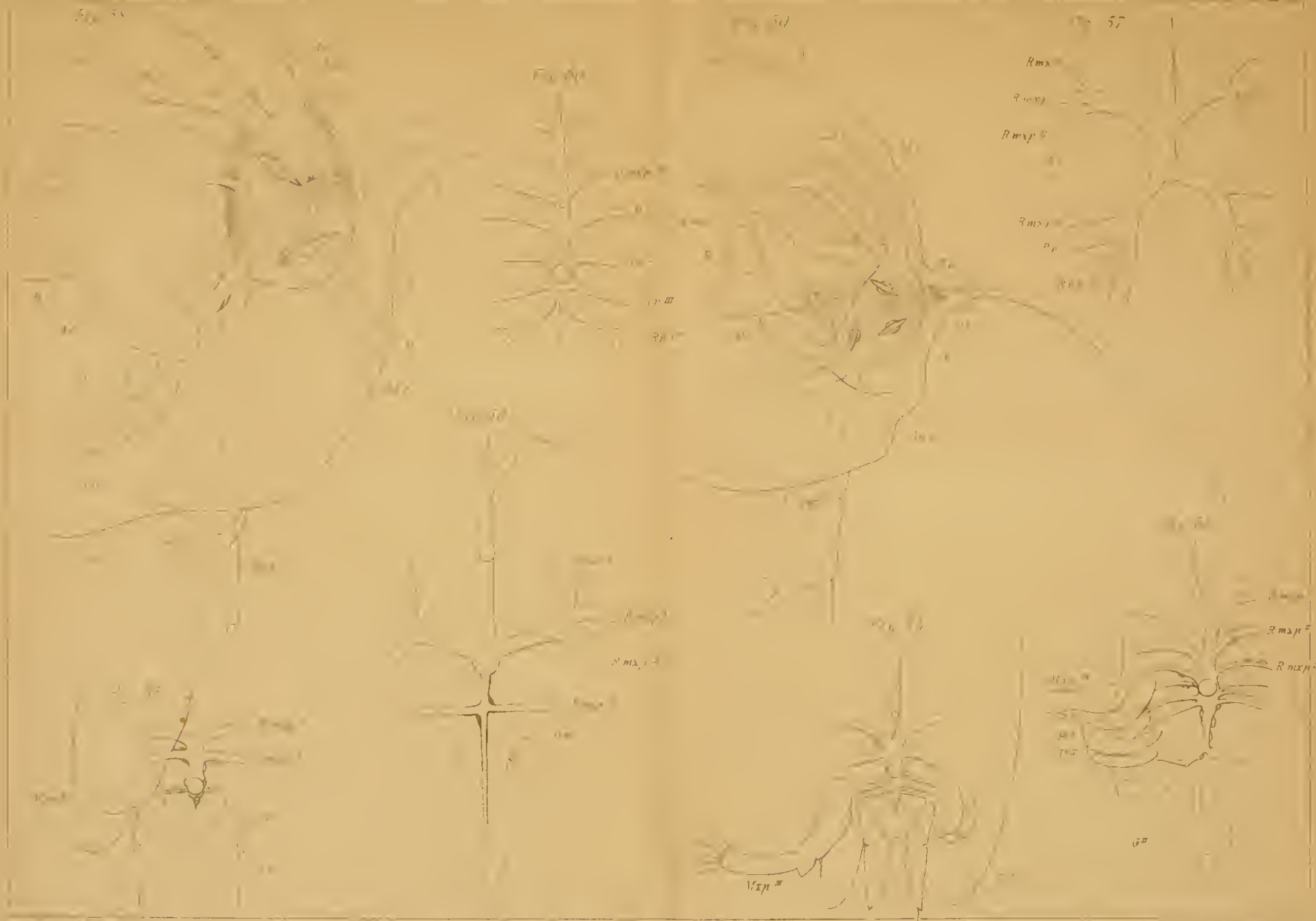


Verlag v Alfred Holder, k k Hof-u Universitäts-Buchhandlung in Wien.



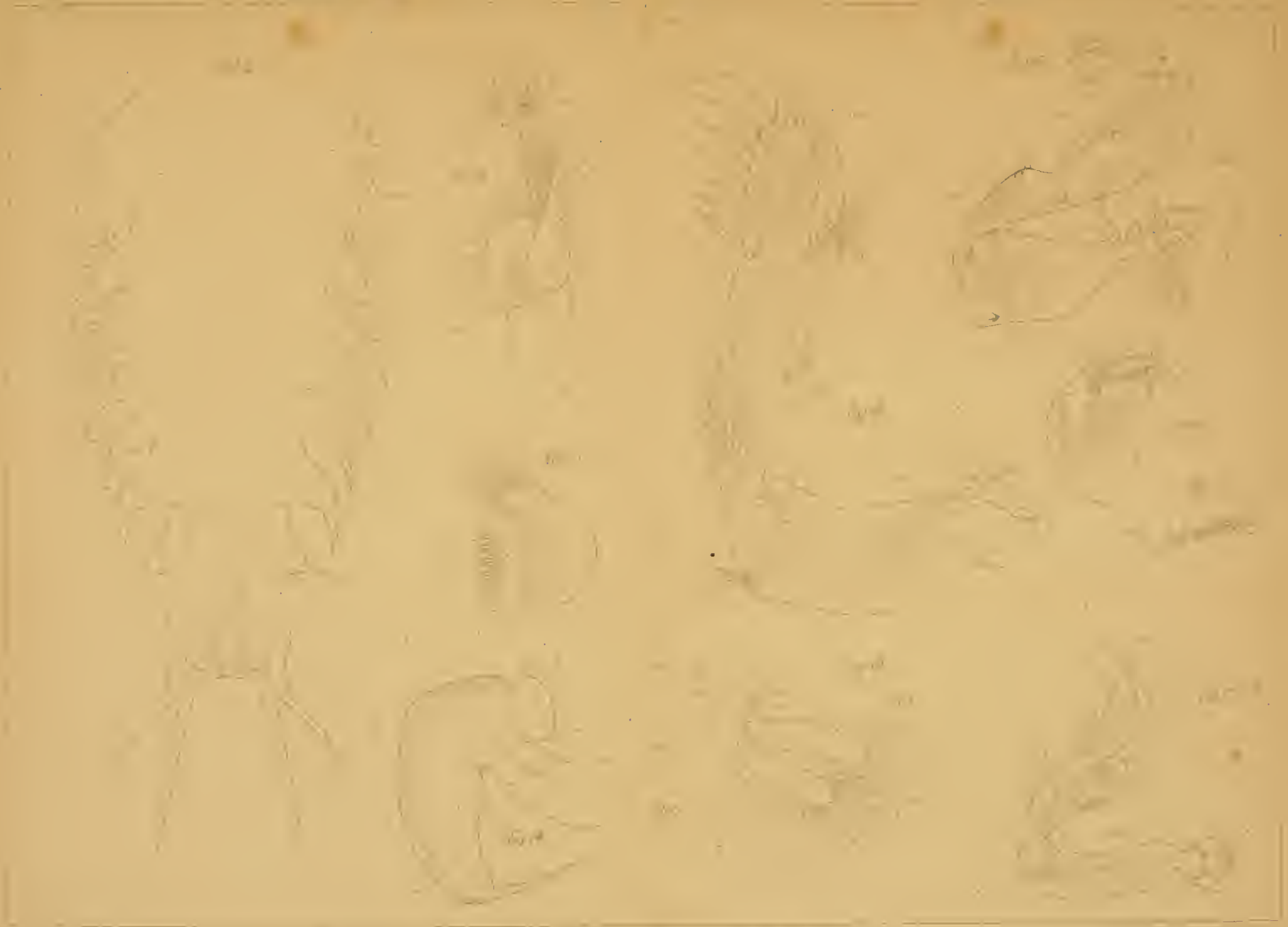
Verlag v. Alfred Hölder, k. k. hof- u. Universitäts-Buchhandlung in Wien

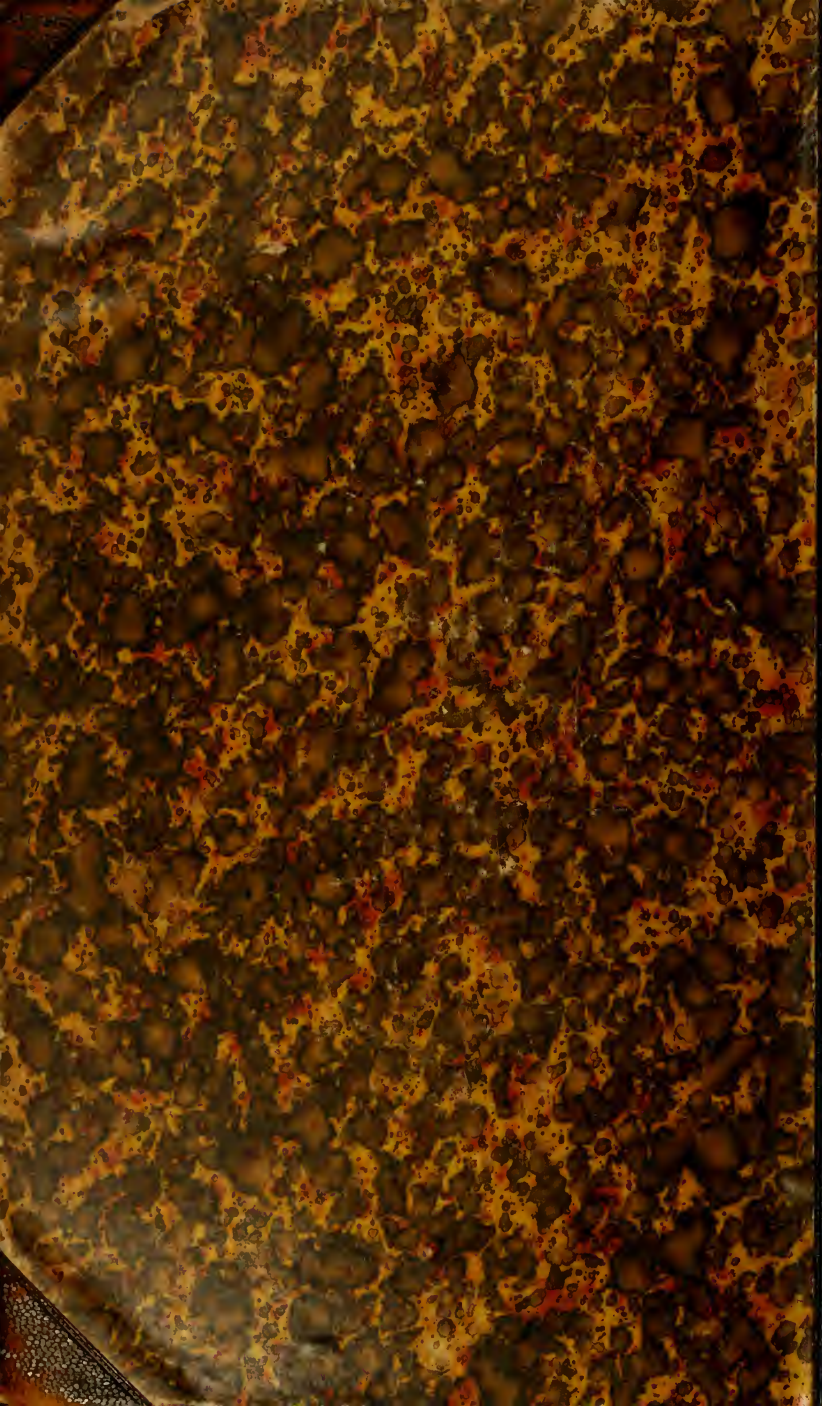
Verlag v. Alfred Holder, k. k. Hof- u. Universitäts-Buchhändler in Wien.



Verlag v. Alfred Hölder, k. k. Hof- u. Universitäts-Buchhandlung in Wien.

Verlag v Alfred Holder k k Hof u Universitäts-Buchhandlung in Wien.



Verlag v. Alfred Holder k.k. Hof u. Universitäts-Buchhändler in Wien

MBL/WHOI LIBRARY
WH 1AX9 G
1330